Dienst Landbouwkundig Onderzoek
Instituut voor Agrotechnologisch Onderzoek

Optimalisatie van de kwaliteit van aardappelen door de ontwikkeling van een voorspellend model voor de accumulatie van suikers

Voortgangsrapportage januari-juni 1998

M.P. van Hoof
M.L.A.T.M. Hertog
J. Oosterhaven
W. van Kleef
P.S. Hak

VERTROUWELIJK

ato-dlo



juni 1998

2245993

ATO-DLO

Projectvoortgang

Optimalisatie van de kwaliteit van aardappelen door de ontwikkeling van een voorspellend model voor de accumulatie van suikers

Rapportage juni 1998, project 16052

VERTROUWELIJK

M.P. van Hoof
M.L.A.T.M. Hertog
J. Oosterhaven
W. van Kleef
P.S. Hak

Agrotechnologisch Onderzoek Instituut (ATO-DLO)
Bornsesteeg 59
Postbus 17
6700 AA Wageningen
tel. 0317 - 475000
fax. 0317 - 475347

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

Inhoud

		Pagina
	Voorwoord	2
1	Inleiding	3
	1.1 Koudeverzoeting	3
	1.2 Rijpheid	4
	1.3 FAVIM-model	4
2	Doelstelling	4
3	Resultaten januari 1998 - juni 1998	5
	3.1 Enzymatische bepalingen	5
	3.2 Chemische behandeling (Dompelproef met acetaat '97-'98)	7
	3.3 Moleculaire analyse van rijpheid van aardappel met cDNA-AFLP	10
	3.4 Gebruik glucosemeter voor glucosebepaling in ruw aardappelextract	14
4	Bewaarseizoen 1996-1997	18
5	Fysiologie Aardappel Verzoeting In Model (FAVIM)	24
6	Literatuur	27
7	Bijlagen	28
	1 Dompelproef '97-'98	
	2 Temperatuurregimes '96-'97 3e oogsttijdstip	
	3 Temperatuurregime 14-6-14°C en constante temperatuur 6°C voor 3 verschillende oogsten '96-'97	
	4 Bewaargegevens '96-'97 constante temperaturen 4, 5, 6, 8 en 14°C en de temperatuur-regimes 14-4-14, 14-6-14 en 14-8-14°C	

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

Voorwoord

Deze rapportage geeft een overzicht over de lopende onderzoeksaktiviteiten, de behaalde resultaten en de perspectieven naar de toekomst. Dit verslag rapporteert de onderzoeksinspanningen van het afgelopen halfjaar (jan '98 tot juni '98). Waar dit relevant is worden ook oudere onderzoeksgegevens gebruikt.
Naast de stand van zaken in het lopende onderzoek worden in dit rapport ook de bewaargegevens van seizoen 1996-1997 gepresenteerd.

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

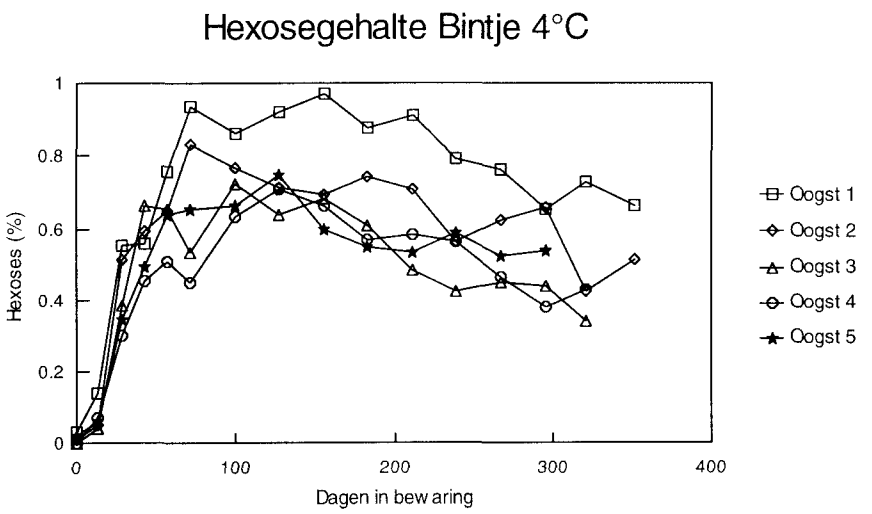
1 Inleiding

1.1 Koudeverzoeting

Koudeverzoeting is een verschijnsel dat in verschillende delen van hogere planten kan optreden als gevolg van blootstelling aan lage temperaturen. Ook in aardappelen is het een bekend verschijnsel. Door aardappelen na de oogst te bewaren bij lage temperaturen (lager dan 8°C) ontstaan in de knol, als reaktie op de kou, vrije suikers. De bron van deze suikers is zetmeel dat wordt afgebroken tot sucrose. Sucrose wordt vervolgens gesplitst in glucose en fructose. Deze laatste twee suikers, ook wel hexoses of reducerende suikers genoemd, zijn verantwoordelijk voor de ongewenste bruinverkleuring van de aardappel tijdens het bakken. De ontwikkeling van een bruine kleur tijdens het bakken is het gevolg van reakties tussen vrije aminozuren en reducerende suikers (Maillard-reactie). De mate van bruinkleuring hangt af van de in de aardappel aanwezige hoeveelheid hexoses en niet van de hoeveelheid aminozuren. De mechanismen verantwoordelijk voor de koudeverzoeting zijn nog niet verklaard op een moleculair niveau. De productie van suikers als gevolg van kou is zeker niet het gevolg van één enkele factor, maar het gevolg van verschillende op elkaar inwerkende metabole gebeurtenissen.

1.2 Rijpheid

Uit ATO -DLO onderzoek van de afgelopen jaren is naar voren gekomen dat er grote verschillen bestaan in koudeverzoeting tijdens de bewaring tussen de verschillende jaren. Er zijn duidelijk aanwijzingen verkregen dat deze verschillen in suikerophoping tijdens de bewaring bepaald worden door de mate van afrijping van de knollen. Dit is goed te zien in figuur 1. Alle aardappelen komen van hetzelfde perceel. De gevormde hoeveelheid hexoses tijdens de bewaring bij 4°C is afhankelijk van het oogstmoment. Vroeg geoogst materiaal kan tot twee keer zo veel hexoses bevatten dan latere oogsten bij 4°C bewaring.



Figuur 1. Accumulatie van reducerende suikers gedurende de bewaring van Bintje bij 4°C, seizoen '95-'96. Tussen de oogsten zat telkens een periode van 14 dagen.

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

1.3 FAVIM-model

Bij ATO-DLO is een mathematisch model ontwikkeld (FAVIM, Fysiologie AardappelVerzoeting In Model) dat in staat is de verzoeting van aardappelen tijdens de bewaring te beschrijven. Dit model kan 95% van het bewaargedrag van aardappelen achteraf verklaren. Het model gaat uit van het concept dat de staat van rijpheid op het oogsttijdstip het bewaargedrag van aardappelen bepaalt. Deze rijpheid of fysiologische leeftijd van aardappelknollen wordt bepaald door omgevingsfactoren (zoals weer en bemesting) en het oogstmoment. Er is een rijpheidsfactor gepostuleerd, die alle factoren betrokken bij de fysiologische rijpheid van de aardappelknol (groeiseizoen, oogstmoment) terugbrengt tot één factor. Als deze seizoens-afhankelijke factor gemeten wordt aan het begin van het bewaarseizoen, dan kan de verzoeting en daarmee de bakkleur van de aardappelen bij iedere temperatuur gedurende het hele bewaarseizoen voorspeld worden.

2 Doelstelling

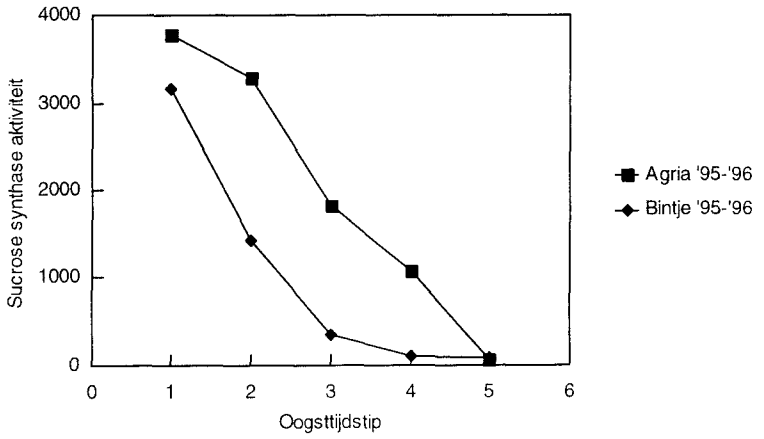
Het doel van dit onderzoek is het vaststellen van een rijpheidsparameter in aardappel, waarmee een voorspellend model voor de suikervorming in aardappelen tijdens de bewaring ontwikkeld kan worden.

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

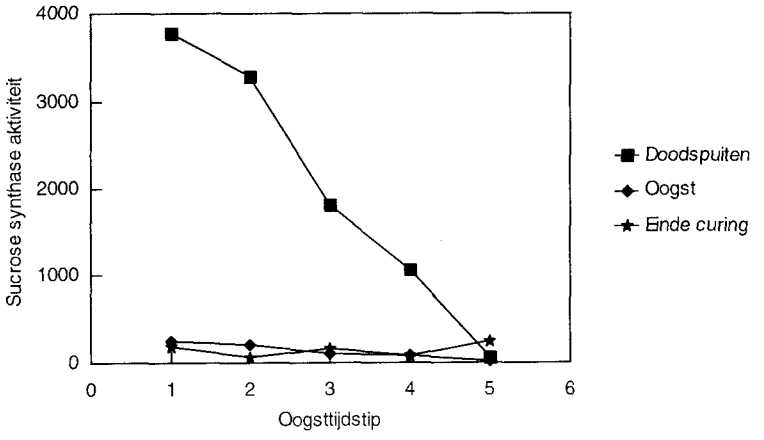
3 Resultaten januari 1998 - juni 1998

3.1 Enzymatische bepalingen

Op de momenten doodspuiten loof, oogst en einde curing zijn monsters genomen voor de bepaling van enkele enzymaktiviteiten. Een aantal enzymen zijn getest op verschillen tussen de oogsten. Het meest veelbelovende enzym is sucrose synthase. Dit enzym is betrokken bij de zetmeelsynthese in aardappel. Figuur 2 laat de aktiviteit van sucrose synthase zien op het moment van doodspuiten van het loof. De sucrose synthase aktiviteit neemt af naarmate het gewas later geoogst wordt en verder is afgerijpt. Dit kan aangetoond worden over meerdere jaren (figuur 4) (11). Met dit resultaat is sucrose synthase een potentiële rijpheidsindicator. Maar zoals in figuur 3 te zien is verdwijnt de aktiviteit van het sucrose synthase na het doden van het loof. Als de aktiviteit van sucrose synthase als parameter voor rijpheid kan dienen, moet er twee weken voor de oogst een meting gedaan worden. Dit is niet erg praktisch.

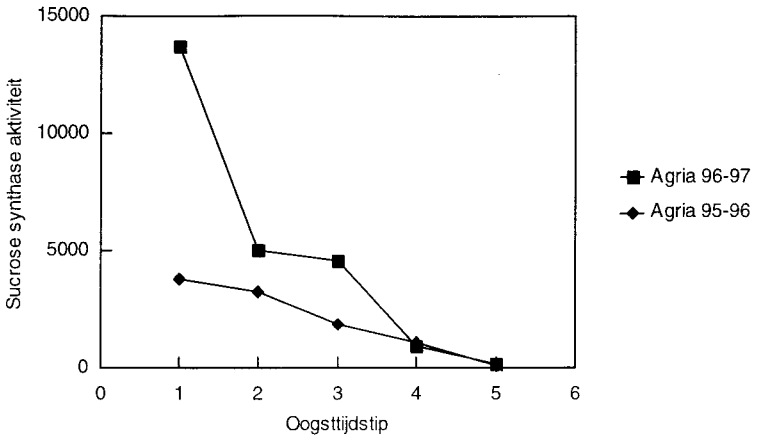


Figuur 2. Aktiviteit van sucrose synthase in relatie tot het oogsttijdstip, seizoen '95-'96. Tussen twee oogsttijdstippen zit telkens 14 dagen.



Figuur 3. Aktiviteit van sucrose synthase in relatie tot het oogsttijdstip voor het moment van doodspuiten loof (14 voor oogst), moment van oogst en einde van de curing (14 dagen na oogst), seizoen '95-'96.

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



Figuur 4. Aktiviteit van sucrose synthase voor twee verschillende seizoenen. De aktiviteiten zijn gemeten in aardappel op het moment van doodspuiten loof (14 dagen voor oogst). De verschillen in aktiviteit worden ten dele veroorzaakt door de verbeteringen aan het enzymassay. Dit neemt niet weg dat de trend, sucrose synthase aktiviteit neemt af naarmate later geoogst wordt, aanwezig blijft.

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

3.2 Chemische behandeling (dompelproef '97-'98)

Uit een Pakistaanse studie naar verzoeting bij de bewaring van aardappelen komt naar voren dat een behandeling van aardappelen met natriumacetaat een gunstig effect heeft op het verzoetingsgedrag van aardappelen in bewaring (8). Natriumacetaat zou de koudeverzoeting van de aardappelen met 50% kunnen remmen. Naast natriumacetaat zijn ook andere veel in de voedselindustrie gebruikte chemicaliën onderzocht (kaliumsorbaat, natrium *meta*-bisulfiet en waterstofperoxide). Alleen met het gebruik van natriumacetaat werden goede resultaten geboekt. Bij een bewaartemperatuur van 12-14°C gedurende 6 maanden werd een 50% reductie van de suikeraccumulatie bereikt door voorafgaande aan de bewaring de knollen te behandelen met natriumacetaat. Ook bij lagere bewaartemperaturen (2 tot 4°C) zijn de suikergehaltes in de behandelde aardappelen significant lager dan in onbehandelde knollen (5).

Doel
Bepalen of behandeling met natriumacetaat-oplossing de mate van verzoeting tijdens de bewaring kan remmen.

Opzet onderzoek
Van de rassen Bintje en Asterix werden knollen van het vierde oogsttijdstip gebruikt. Een deel is behandeld door onderdompeling in een 1% (w/v) natriumacetaat-oplossing gedurende 24 uur. Een controlegroep werd 24 uur ondergedompeld in water. Er is 5 kilo aardappel op 10 liter oplossing/water gebruikt. Hierna werden de knollen gedroogd en na de wondheelperiode bewaard bij de temperaturen 4, 8 en 14°C. Knollen zonder onderdompeling kwamen uit andere experimenten. Monsters (bakkleur en suikers) werden genomen voor de behandeling (einde curing), meteen na de behandeling en verder gedurende de bewaarperiode eens per maand (vier weken) voor een periode van 6 maanden.

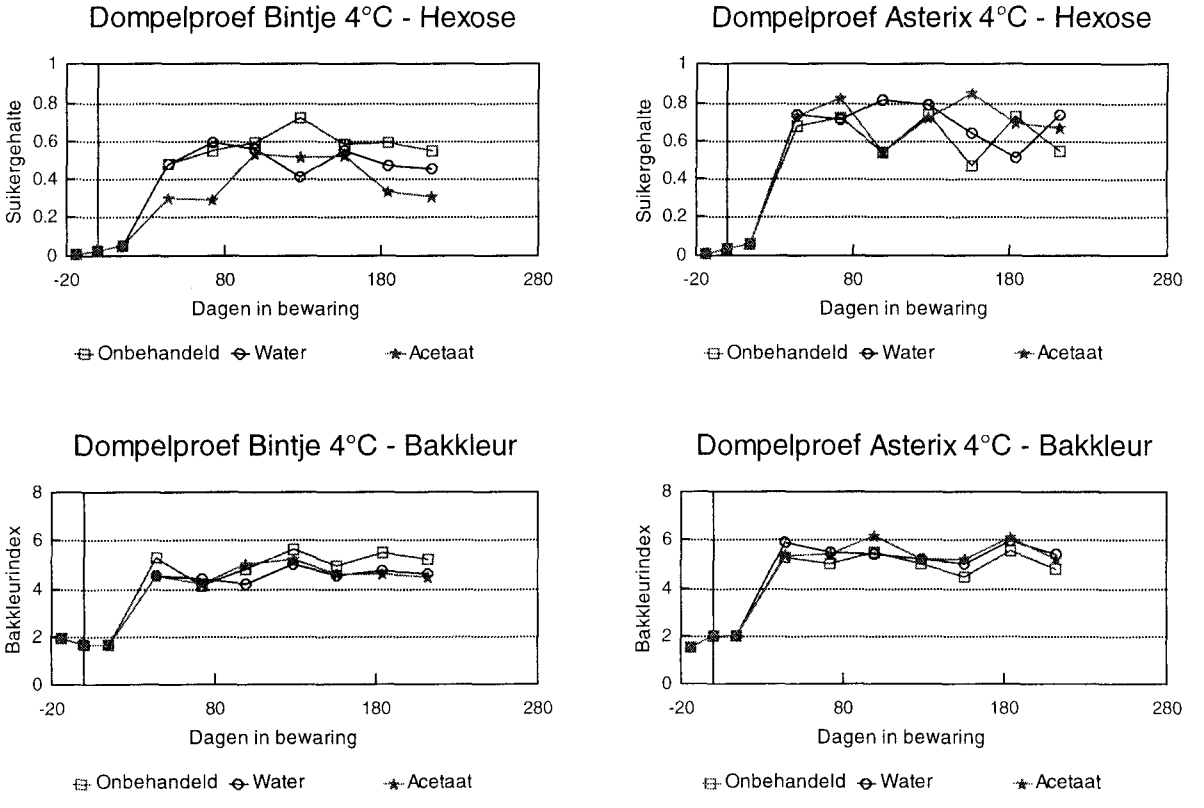
TABEL 1. Gemiddelde waarden van de bakkleurindex en het hexosegehalte van Bintje en Asterix bewaart bij 4°C en 8°C. De aardappelen zijn onbehandeld, 24 uur gedompeld in water of in een natriumacetaat-oplossing. De waarden voor bakkleur en hexose zijn het gemiddelde van de laaste 4 maanden van het experiment.

	Asterix 4°C		**Asterix 8°C**	
	Hexose (%)	Bakkleurindex	Hexose (%)	Bakkleurindex
onbehandeld	0.62	4.93	0.25	2.35
water	0.67	5.38	0.20	2.96
acetaat	0.73	5.44	0.17	2.58
	Bintje 4°C		**Bintje 8°C**	
	Hexose (%)	Bakkleurindex	Hexose (%)	Bakkleurindex
onbehandeld	0.61	5.31	0.05	1.13
water	0.50	4.50	0.05	1.47
acetaat	0.40	4.38	0.06	1.49

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

Resultaat

In tabel 1 staan de resultaten in de vorm van gemiddelde bakkleuren en hexosegehaltes van de laatste 4 metingen (= laatste 4 maanden). Uit deze waarden blijkt voor Asterix dat behandeling met acetaat een klein effect heeft op het hexosegehalte. Bij 4°C bewaring stijgt het gehalte hexose iets door de behandeling, bij 8°C is er een daling. Echter, de daling bij 8°C vertaalt zich niet in een betere bakkleur. Voor Bintje is er een effect te zien bij de 4°C bewaring. De onbehandelde aardappelen hebben een gemiddeld hexosegehalte dat 1,5 keer hoger ligt dan de met acetaat behandelde aardappelen. Ook onderdompeling in water heeft kennelijk een effect op de mate van koudeverzoeting (0,50% tegen 0,40%). De bakkleuren voor Bintje bij 4°C volgen de hexosegehaltes. Bij 8°C bewaring is er geen effect.
Figuur 5 en bijlage 1 laten de resultaten zien van de lange bewaring bij 4°C van de in water en acetaat gedompelde aardappelen naast de niet behandelde aardappelen (onbehandeld).



Figuur 5. Verloop van de Bakkleurindex en het hexosegehalte van Bintje en Asterix (4e oogsttijdstip) gedompeld in water en acetaatoplossing en onbehandeld.

Conclusie en Discussie

Alleen bij de bewaring bij 4°C van Bintje lijkt een behandeling met acetaat een klein effect te hebben op de mate van verzoeting. De gevonden gehaltes reducerende suiker zijn lager na behandeling dan de onbehandelde controle. Maar de watergedompelde Bintjes bewaard bij 4°C laten ook een reductie zien van bakkleur en hexosegehalte.
Bij de bewaring bij 8 en 14°C zijn er geen duidelijke verschillen te vinden in de hoeveelheid reducerend suiker (zie ook bijlage 1). Als er al een duidelijk effect is in de hoeveelheid hexose, dan is dit niet terug te vinden in de bakkleurindex.

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

Geprobeerd is om de in Pakistan uitgevoerde experimenten te herhalen en de daar behaalde resultaten te evenaren. Dit is niet gelukt. Er kan in een enkel geval een klein effect gevonden worden in hoeveelheid opgehoopt hexose.
De experimenten met acetaat worden volgend jaar niet doorgezet. Daarvoor is het geboekte resultaat te mager en de behandeling (24 uur onderdompelen van de aardappelen) is te arbeidsintensief voor directe toepassingen.

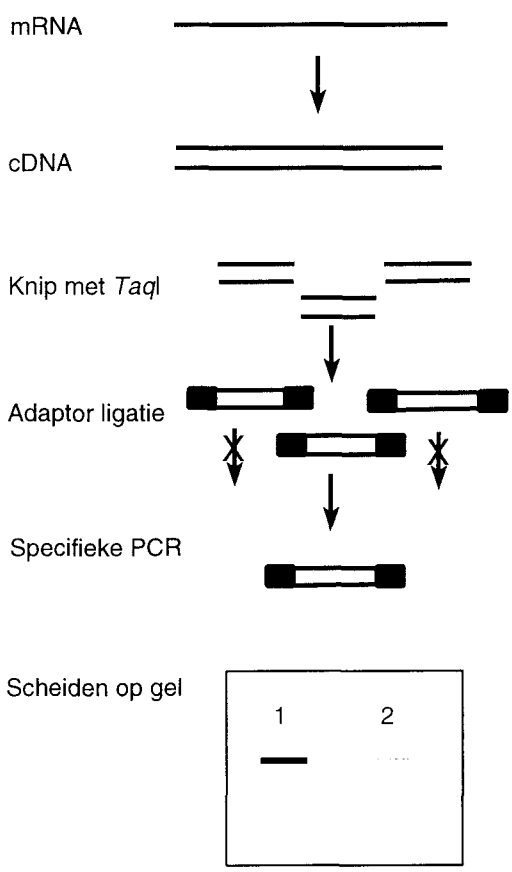
Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit rapport mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

3.3 Moleculaire analyse van rijpheid van aardappel met cDNA-AFLP

Inleiding

Het enzym sucrose synthase is een potentiële indicator voor de rijpheid van een aardappelknol. Dit enzym is echter alleen goed te meten als de knol nog aan de plant vastzit. In de praktijk betekent dit dat de sucrose synthase op het moment van doospuiten van het loof gemeten moet worden. De voorkeur voor een rijpheidsindicator gaat uit naar een meetbare parameter op het moment dat de aardappels daadwerkelijk geoogst worden of vlak daarna. Om op dat moment een rijpheidsparameter te vinden is een nieuwe moleculair biologische techniek aangewend, cDNA-AFLP.

De fysiologische rijpheid van de aardappelknollen op het oogsttijdstip bepaalt het bewaargedrag. Deze fysiologische toestand van de aardappelknol reflecteert zich in het genexpressie patroon op RNA en eiwitniveau. Door de RNA-expressie van aardappelen met verschillende rijpheidsstadia te vergelijken, is het mogelijk die RNA's te vinden die de staat van rijpheid van de aardappel karakteriseren.

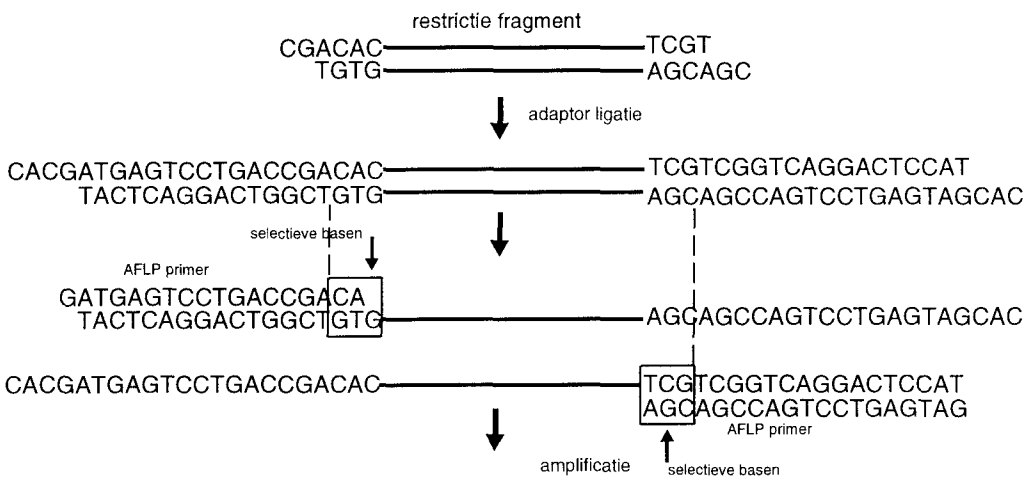


Figuur 6. Principe van cDNA-AFLP. Het mRNA wordt eerst omgezet in cDNA, dat vervolgens geknipt wordt door het restrictie-enzym TaqI. Daarna worden adaptors geligeerd en volgt een specifieke PCR-reaktie. Vervolgens worden de verschillende geamplificeerde DNA-fragmenten gescheiden op gel. Zijn er veel fragmenten, dan is het signaal sterk (1), zijn er weinig fragmenten, dan is het signaal ook zwakker (2).

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

cDNA-AFLP

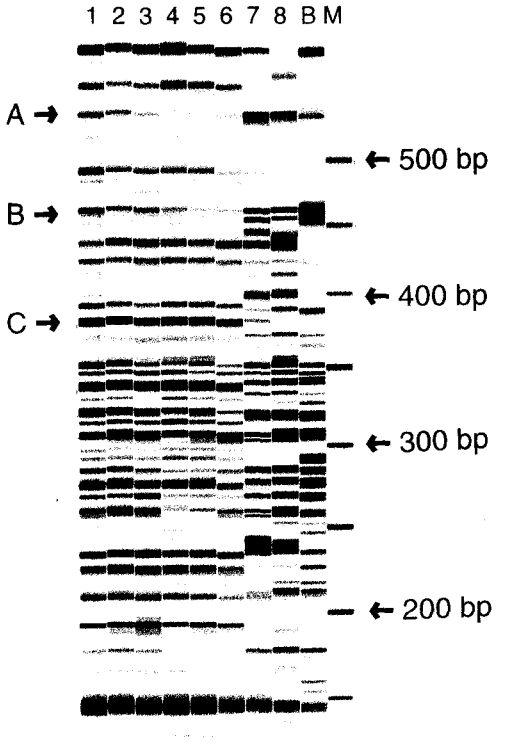
De cDNA-AFLP techniek (cDNA-Amplified restriction Fragment Length Polymorphism) is een recent ontwikkelde techniek (1,6) om verschillen in RNA-expressie te detecteren. Van verschillende aardappeloogsten, opgeslagen bij -80°C, wordt RNA geïsoleerd. Van dit enkelstrengs RNA wordt complementair DNA (cDNA) gemaakt (fig 6). Dit cDNA is stabieler en kan 'geknipt en geplakt' worden. Bovendien kan het door middel van PCR (Polymerase Chain Reaction) geamplificeerd worden. Het cDNA wordt vervolgens geknipt met een restrictie-enzym. Dit enzym herkent een bepaalde basepaarvolgorde en knipt het DNA daar doormidden. Bijna ieder cDNA wordt zo enkele keren geknipt. Vervolgens worden er aan de zo gevormde cDNA-fragmenten adaptors geplakt. Deze adaptors zijn stukken synthetisch DNA, waarvan de basepaarvolgorde bekend is en die precies passen op de knipplaats veroorzaakt door het restrictie-enzym (fig 7).



Figuur 7. Schematische representatie van de AFLP techniek (Vos et al). Boven: het met TaqI verkregen DNA-fragment met overhangende uiteinden. Midden: hetzelfde fragment na ligatie van de adaptors. Onder: beide strengen van het fragment met de corresponderende AFLP-primers.

Per aardappeloogst is nu een pool van fragmenten ontstaan met allemaal dezelfde, bekende uiteinden. Met een PCR reaktie kan nu een specifiek deel van deze fragmenten geamplificeerd worden. Omdat de basepaarvolgorde van de adaptors bekend is, kan hier een complementair stuk DNA voor worden gemaakt (primer). Door deze primer te verlengen met enkele basen wordt maar een gedeelte van alle fragmenten in de PCR-reaktie geamplificeerd (fig 7).
Tenslotte worden de door PCR verkregen, specifiek geamplificeerde fragmenten gescheiden op grootte op een polyacrylamide-gel. Door aan de primer ook nog een fluorescentielabel te hangen kunnen de fragmenten door een laser worden gedetecteerd. Zo ontstaat een soort vingerafdruk.

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



Figuur 8. Voorbeeld van een cDNA-AFLP vingerafdruk. Laan 1 t/m 6: 2e t/m 7e oogst, laan 7 en 8: monsters van moment doodspuiten (14 dagen voor eerste oogst), laan B: bladmonster en laan M: baseparenmarker. Differentiele banden zijn aangegeven met pijl.

Zo is het mogelijk om steeds een deel van de fragmenten specifiek te amplificeren door de primercombinaties steeds te veranderen. De techniek is semikwantitatief, dus als er van een mRNA, coderend voor een bepaald eiwit, veel aanwezig is in een aardappel, dan zal dit uiteindelijk resulteren in een sterk signaal. Bij weinig mRNA's ontstaat een zwakker signaal (bandje op de gel).

Figuur 8 laat een voorbeeld zien van een cDNA-AFLP gel met differentieel tot expressie komende fragmenten. Er zijn duidelijk banden te zien, die constitutief tot expressie komen (figuur 8, A). Ook zijn er twee banden te zien die differentieel tot expressie komen (figuur 8, B en C). De banden nemen in sterkte af naarmate het oogsttijdstip later was. Goed te zien is dat in de twee lanen met materiaal op het moment van doodspuiten (figuur 8, laan 7 en 8) deze banden sterker aanwezig zijn dan in geoogste knollen. De laatste laan laat een AFLP-patroon zien van bladmateriaal. Duidelijk zijn de overeenkomsten en de verschillen met het knolmateriaal te herkennen. De verschillen duiden op mRNA's specifiek tot expressie komen in blad of in knol.

Perspectieven

Met de huidige ontwikkelingen is het relatief eenvoudig geworden om snel grote hoeveelheden monsters op verschillende primercombinaties te screenen op differentieel tot expressie komende transcripten. Met de éénknipper strategie (6) is het mogelijk om meer dan 90% van de mRNA

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

populatie te screenen. Bovendien kan dit nu op een manier zonder gebruik te maken van radioaktieve labels, wat de techniek eenvoudiger toe te passen maakt.
De eerste differentieel tot expressie komende transcripten zijn al gedetecteerd. Deze transcripten moeten nu geïsoleerd worden en de sequentie bepaald worden. Er wordt naar gestreeft om dit direct te gaan doen, zonder de transcripten eerst te kloneren. Momenteel wordt hier druk aan gewerkt. Is eenmaal een deel van de sequentie bekend, dan kan het betreffende eiwit worden gezocht in bestaande databestanden. Na verificatie van de marker op RNA- en eiwitniveau kan van één of meer markers een test voor rijpheid van aardappelknollen tijdens de oogst worden ontwikkeld.

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

3.4 Gebruik bloedglucosemeter voor glucosebepaling in ruw aardappelextract.

Huidige methode
De huidige methode gaat uit van het maken van een ruw extract van aardappels, waarna een Carrez-zuiveringsstap uitgevoerd wordt. Deze Carrez-behandeling slaat alle eiwitten in het extract neer en maakt het extract stabiel (geen enzymatische aktiviteit meer). Dit extract kan onbepaalde tijd worden opgeslagen bij -20°C.
De extracten worden later geanalyseerd op glucose, fructose en sucrose. De analysemethode is enzymatisch en is gebaseerd op een testkit van Boehringer (2,9). De methode is geoptimaliseerd voor dit doel en geschikt gemaakt voor gebruik in microtiterplaten (12). Er kunnen ongeveer 100 bepalingen gedaan worden met één testkit van f 200,-. Met deze methode zijn de afgelopen jaren duizenden aardappelmonsters getoetst op suikergehalte.
Nadeel van deze methode is dat het een tijdrovende bepaling is. Daarnaast is een laboratoriumfaciliteit onontbeerlijk. Verder zijn de kosten per bepaling redelijk hoog (± f2,50 per bepaling) en is er een hoge investering in apparatuur nodig.

Bloedglucosemeter
Een bloedglucosemeter kan snel de hoeveelheid glucose in bloed of in ruw aardappelextract meten (4,10). Het fructosegehalte kan niet gemeten worden. Dit hoeft geen belemmering te zijn als de ratio glucose:fructose 1:1 is of als de relatie glucosegehalte versus bakkleurindex even goed is als de relatie hexosegehalte versus bakkleurindex.
Ook het sucrosegehalte wordt niet standaard gemeten. De vraag is of metingen van het sucrosegehalte nog zinvol zijn. In de gevallen waar dit wel zinvol is (verouderings-verzoeting), kan door incubatie van het ruwe extract met het enzym invertase, het sucrose gesplitst worden in glucose en fructose en alsnog gemeten worden (3).

De hier gebruikte bloedglucosemeter heeft een meetbereik van 2,2 tot 27,8 mmol/l (7). Dit komt met de hierboven beschreven methode overeen met een glucosegehalte in procenten (of g/100 g FW) van 0,08 tot 1,00. Dit is een meetbereik dat goed overeen komt met waarden in de praktijk.
Het is belangrijk om direct na de extractie de meting te verrichten. Het glucosegehalte in een ruw extract daalt naarmate het extract langer staat (± 10% afname per 30 minuten).

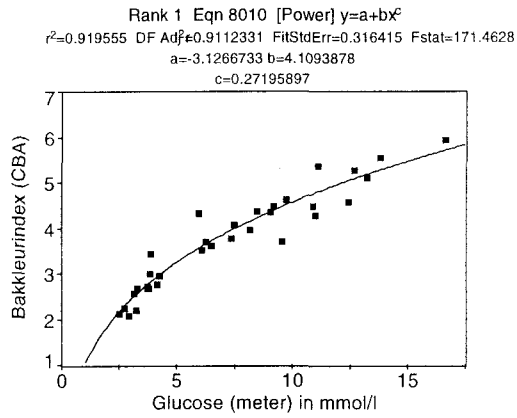
De werking van de bloedglucosemeter is gebaseerd op meting van de electrische potentiaal veroorzaakt door de reactie van glucose met de reagentia op de teststrip. De monstervloeistof (bloed, aardappelextract) wordt opgezogen in de teststrip door capillaire werking. Glucose in het monster reageert met de aanwezige glucose oxidase en kalium ferricyanide. De reaktie genereert elektronen, die een stroompje veroorzaken proportioneel met de hoeveelheid aanwezig glucose. Na een meettijd van 60 seconden geeft de meter het glucosegehalte op het display (7).

Methode
- Van 20 knollen wordt telkens een kwart nemen.
- Deze in een keukenmachine vermalen (± 30 sec).
- Ongeveer 50 g afwegen in een brede 100 ml maatcylinder. Eventueel een druppeltje antifoam toegevoegd. Gewicht opschrijven.
- Toevoegen 1 ml 1 M NaOH.
- Aanvullen met demiwater tot 100 ml.
- Met UltraTurrax mixen tot een soort pap ontstaat (± 20 sec).

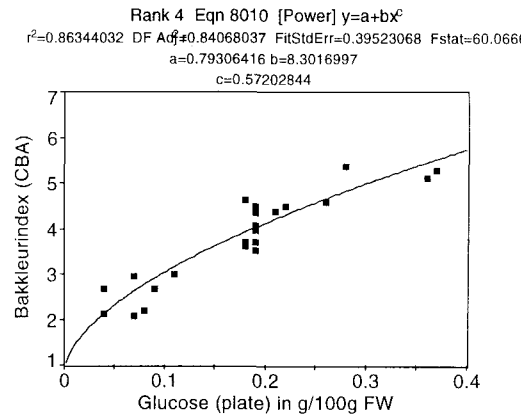
Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit rapport mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

- Teststrip in glucometer steken en strip even tegen de vloeistof houden (capillaire werking) tot de meter een piepsignaal geeft.
- Na 60 seconden (glucometer telt zelf af) glucosegehalte aflezen.
- Berekenen van het glucosegehalte in aardappel (in procenten).

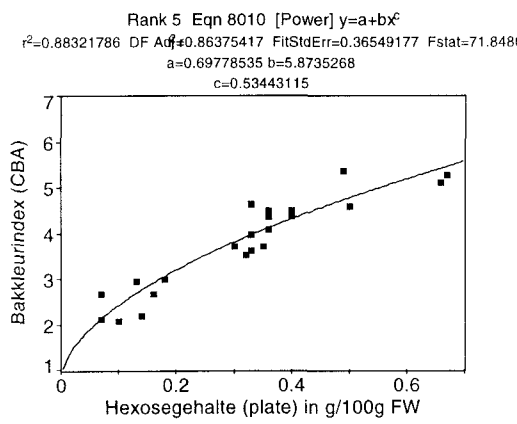
Resultaten



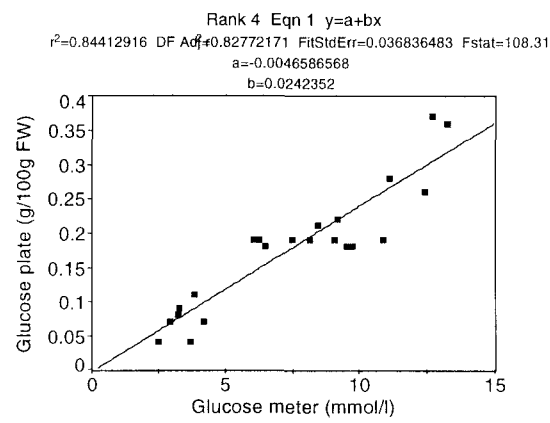
Figuur 9. Relatie tussen bakkleurindex en het glucose gehalte zoals gemeten met de glucometer.



Figuur 10. Relatie tussen bakkleurindex en het enzymatisch gemeten glucosegehalte (microtiterplaat).



Figuur 11. Relatie bakkleurindex tegen het hexose-gehalte gemeten met de microtiterplaat.



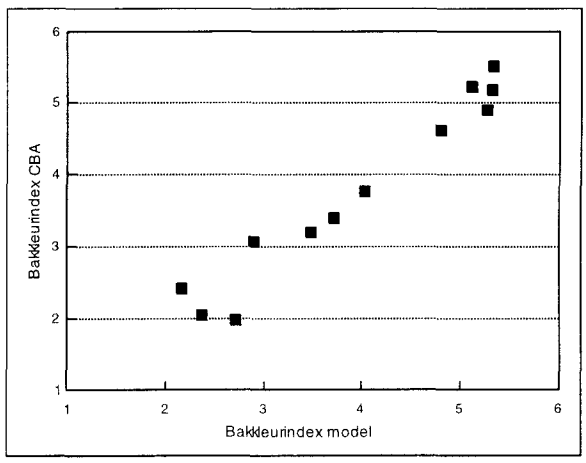
Figuur 12. Relatie tussen het glucosegehalte gemeten met de glucometer en met de micro-titerplaat.

Er zijn in totaal zo'n 40 monsters met beide methoden gemeten. Wat opvalt is de slechte relatie tussen beide glucosemetingen (figuur 12). Deze relatie heeft een r^2 van 0.84. Er zit dus nogal wat verschil tussen beide meetmethoden.
De relatie tussen het glucosegehalte en de bakkleurindex is voor beide metingen goed te noemen (figuur 9 en 10). Opvallend is dat de meting met de glucometer nog iets beter scoort dan de microtiterplaat-methode. De relatie hexose-bakkleur (figuur 11) is nauwelijks beter dan

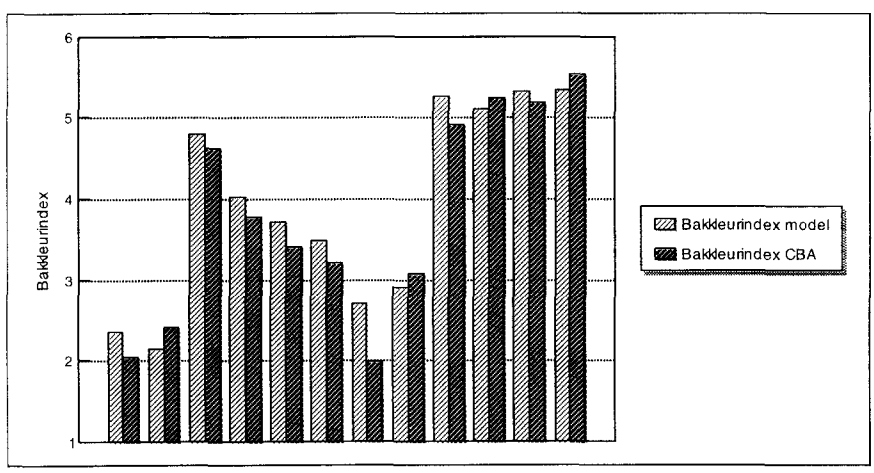
Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit rapport mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

de relatie glucose-bakkleur (figuur 10). Dit was al bekend uit gegevens van voorgaande jaren. Hiermee kan de bakkleurindex in principe net zo goed bepaald worden uit het glucosegehalte alleen als uit het hexosegehalte.

Met de tot nu toe gemeten glucosegehalten gekoppeld aan de bijbehorende bakkleuren is een soort 'model' gemaakt door de relatie te beschrijven tussen beide metingen. Deze relatie tussen glucosegehalte (gemeten met de glucometer) en de bakkleurindex (CBA) wordt gegeven door de functie: $Y=A+BX^C$ (Figuur 9). Dit model is experimenteel getoetst door het glucosegehalte van een partij aardappelen te meten, de bakkleurindex te berekenen met bovengenoemde functie en daarna de voorspelde bakkleurindex te vergelijken met de door de CBA gemeten bakkleurindex (figuur 13 en 14).



Figuur 13 . Relatie bakkleurindex gemeten met CBA en voorspeld met model (r^2=0.95).



Figuur 14. Vergelijking bakkleurindex voorspeld (model) en gemeten (CBA).

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

Er is een monster waarbij de voorspelde bakkleurindex behoorlijk afwijkt van de bepaalde bakkleurindex. Van de andere monsters wijkt de voorspelde bakkleurindex niet meer af dan 0,35 bakkleureenheden (figuur 14).

Conclusies
De metingen met de glucometer en de bijbehorende extractiemethode zijn zeer eenvoudig en snel uit te voeren. Het meetbereik van de meter is 0,08 tot 1,00 g glucose per 100 g versgewicht. De detectiegrens van 0,08 g glucose per 100g versgewicht komt overeen met een bakkleurindex van 2.

Het lijkt erop dat een glucosebepaling met de glucometer niet onderdoet voor een glucosebepaling met de spectrofotometrische methode. Belangrijk is dat ook de voorspellende waarde voor de bakkleurindex van de glucosemeting met de glucometer goed is. Zoals het er nu uitziet is een bepaling van alleen het glucosegehalte net zo informatief voor de bakkleurvoorspelling dan een bepaling van glucose en fructose samen.

De metingen met de glucometer zijn in een kort tijdbestek gedaan. Er moet nog worden nagegaan of de relatie tussen het gemeten glucosegehalte en de bakkleurindex jaarrond opgaat. Daarnaast spelen seizoensinvloeden vaak een rol bij de suikerophoping in aardappelen. Mogelijk zijn er seizoensinvloeden, die de glucosemeting met de glucometer beïnvloeden.

De methode met de glucometer is snel, goedkoop en eenvoudig ten opzichte van de conventionele bepaling. Hierdoor kan deze methode op praktijkniveau worden toegepast. Per meting zijn de kosten ongeveer f 1,50 en de investeringskosten in apparatuur zijn maar een fractie van de spectrofotometrische methode. Er zijn geen laboratoriumfaciliteiten nodig. De methode met de glucometer is in ieder geval veel sneller.

Het systeem kan eventueel uitgebereid worden met een invertasestap. Zo kan ook het ontstaan van ouderdomsverzoeting aan het einde van het bewaarseizoen gemeten worden.

Er zijn nog een tiental andere bloedglucosemeters in de handel. De werking van deze apparaten komt in grote lijnen op hetzelfde neer. De hier gebruikte Bayer Glucometer Elite heeft als voordeel boven sommige andere types, dat er door middel van capillaire werking een druppel aardappelextract in de teststrip wordt gezogen. Dit is te prefereren boven andere systemen waarbij een druppel op de teststrip moet worden aangebracht al dan niet met wegvegen van de druppel na een bepaalde tijd. Er zijn bloedglucosemeters in de handel, die sneller meten (tot 12 sec, nu 60 sec) of een lagere detectiegrens hebben (tot 0,6 mmol/l, nu 2,2 mmol/l). Ook zijn er meters met geheugen, datum en tijdsaanduiding en koppelstukken voor aan de PC.

Perspectieven
Als het mogelijk is om jaarrond een goed resultaat te krijgen, is de bloedglucosemeter een prima instrument voor boeren en aardappelbewaarders om zelf glucosemetingen te gaan verrichten. De glucosemeter is eenvoudig in gebruik en relatief goedkoop in aanschaf en gebruik. Ook zijn er mogelijkheden om met een invertasestap de glucosemeter ook sucrosegehaltes in aardappel te laten meten. Dit is momenteel in onderzoek.
De glucosemeter kan de CBA-baktoets voor de uitbetaling op kwaliteit niet vervangen, maar kan wel gaan fungeren als extra meetinstrument.

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

4 Bewaarseizoen 1996 - 1997

Opzet oogsttijdenproef met aansluitend bewaaronderzoek
Seizoen '96-'97 zijn 4 verschillende rassen verbouwd op proefboerderij 'De Eest'. Per ras zijn op 5 tijdstippen aardappelen geoogst, waarna aansluitend een bewaarprogramma volgde. Rond het oogsttijdstip zijn op verschillende momenten monsters genomen voor biochemische analyses, onderwatergewichtbepaling, bakkleurindex en gehalte (reducerende) suikers.

TABEL 2. Overzicht oogsttijdenproef met bewaaronderzoek

Ras	Oogst	Doodspuiten	Oogst	Einde curing
Turbo	1	6-8-96	20-8-96	2-9-96
	2	20-8-96	3-9-96	16-9-96
	3	3-9-96	17-9-96	30-9-96
	4	17-9-96	1-10-96	14-10-96
	5	1-10-96	15-10-96	28-10-96
Agria	1	6-8-96	20-8-96	2-9-96
	2	20-8-96	3-9-96	16-9-96
	3	3-9-96	17-9-96	30-9-96
	4	17-9-96	1-10-96	14-10-96
	5	1-10-96	15-10-96	28-10-96
Asterix	1	20-8-96	3-9-96	16-9-96
	2	3-9-96	17-9-96	30-9-96
	3	17-9-96	1-10-96	14-10-96
	4	1-10-96	15-10-96	28-10-96
	5	15-10-96	29-10-96	11-11-96
Aziza	1	20-8-96	3-9-96	16-9-96
	2	3-9-96	17-9-96	30-9-96
	3	17-9-96	1-10-96	14-10-96
	4	1-10-96	15-10-96	28-10-96
	5	15-10-96	29-10-96	11-11-96

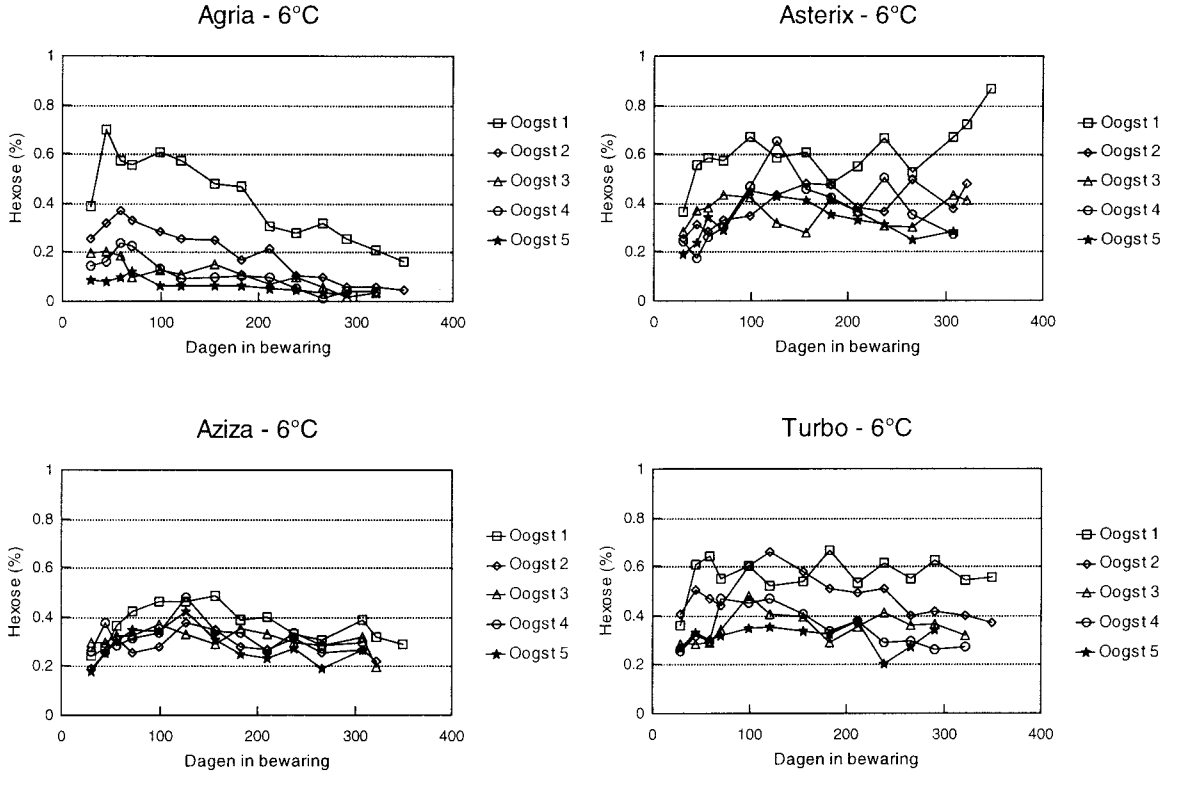
De pootdatum van alle rassen was 10 April 1996. Het loof werd 14 dagen voor de oogst vernietigd (loofklappen en doodspuiten). Direct na de oogst volgde een 14-daagse

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

wondheelperiode bij 14°C. Daarna volgde opslag bij verschillende temperaturen en temperatuurregimes. Alle oogsten van de vier rassen zijn jaarrond bewaard bij 4°C, 5°C, 6°C en 8°C. Ook zijn er drie temperatuurregimes toegepast, 14-4-14°C, 14-6-14°C en 14-8-14°C. Van de oogsten 1, 3 en 5 zijn er aardappelen bewaard bij 14°C om verouderings-verzoeting te induceren.

Lange bewaring

Alle bewaargegevens van alle oogsten van de vier rassen zijn afgebeeld in bijlage 4. Hier staan de gegevens in grafiekvorm over de bakkleurindex, het hexosegehalte en het sucrosegehalte. De bakkleurindex is dit seizoen '96-'97 nog door een productexpert bepaald. In het lopende seizoen '97-'98 wordt de bakkleurindex met CBA bepaald. De suikergehaltes zijn bepaald in het laboratorium met een enzymatische bepaling (12).

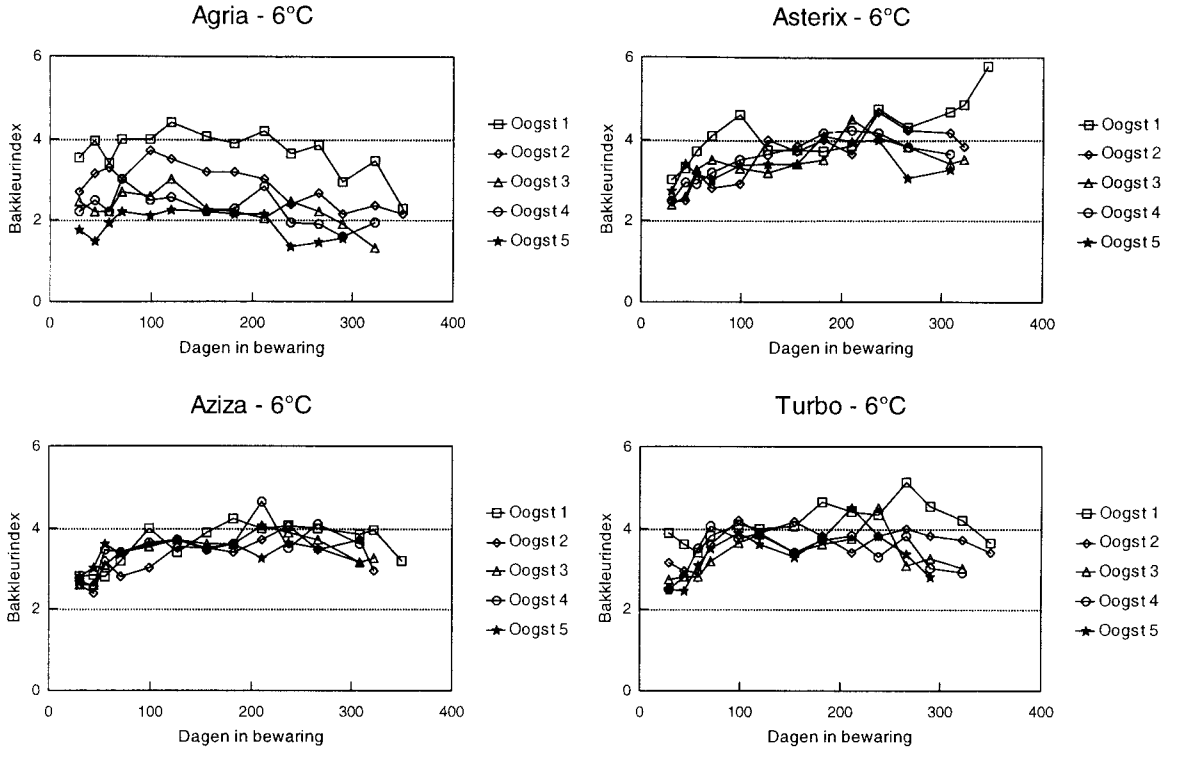


Figuur 15. Verloop hexoseaccumulatie van de vier rassen betrokken bij het bewaaronderzoek in seizoen '96-'97.

Rijpheid

Figuur 15 laat het gehalte hexose en figuur 16 de bakkleurindex zien van de 4 rassen bewaard bij 6°C voor de 5 verschillende oogsten. Tussen de verschillende oogsten zit telkens een periode van twee weken. Bij alle rassen is duidelijk te zien dat vroeg geoogst materiaal een hogere accumulatie van suikers geeft dan volledig afgerijpt materiaal. Er zijn wel verschillen in gevoeligheid voor rijpheid tussen de verschillende rassen. Bij het ras Agria zijn de verschillen tussen de hexosegehates van oogst 1 en 5 het grootst. Ook de bakkleurindex laat grote

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



Figuur 16. Verloop bakkleurindex van de vier rassen betrokken bij het bewaaronderzoek in seizoen '96-'97.

verschillen zien tussen de verschillende oogsten. Agria is hiermee het meest gevoelig voor accumulatie van koudesuikers als gevolg van onrijpheid. Daarentegen is Aziza een ras dat dit jaar niet zo gevoelig is voor rijpheid. De verschillen in hexose en bakkleurindex tussen de verschillende oogsten ontlopen elkaar niet zoveel. De rassen Turbo en Asterix zitten hier tussenin.

Ouderdomsverzoeting

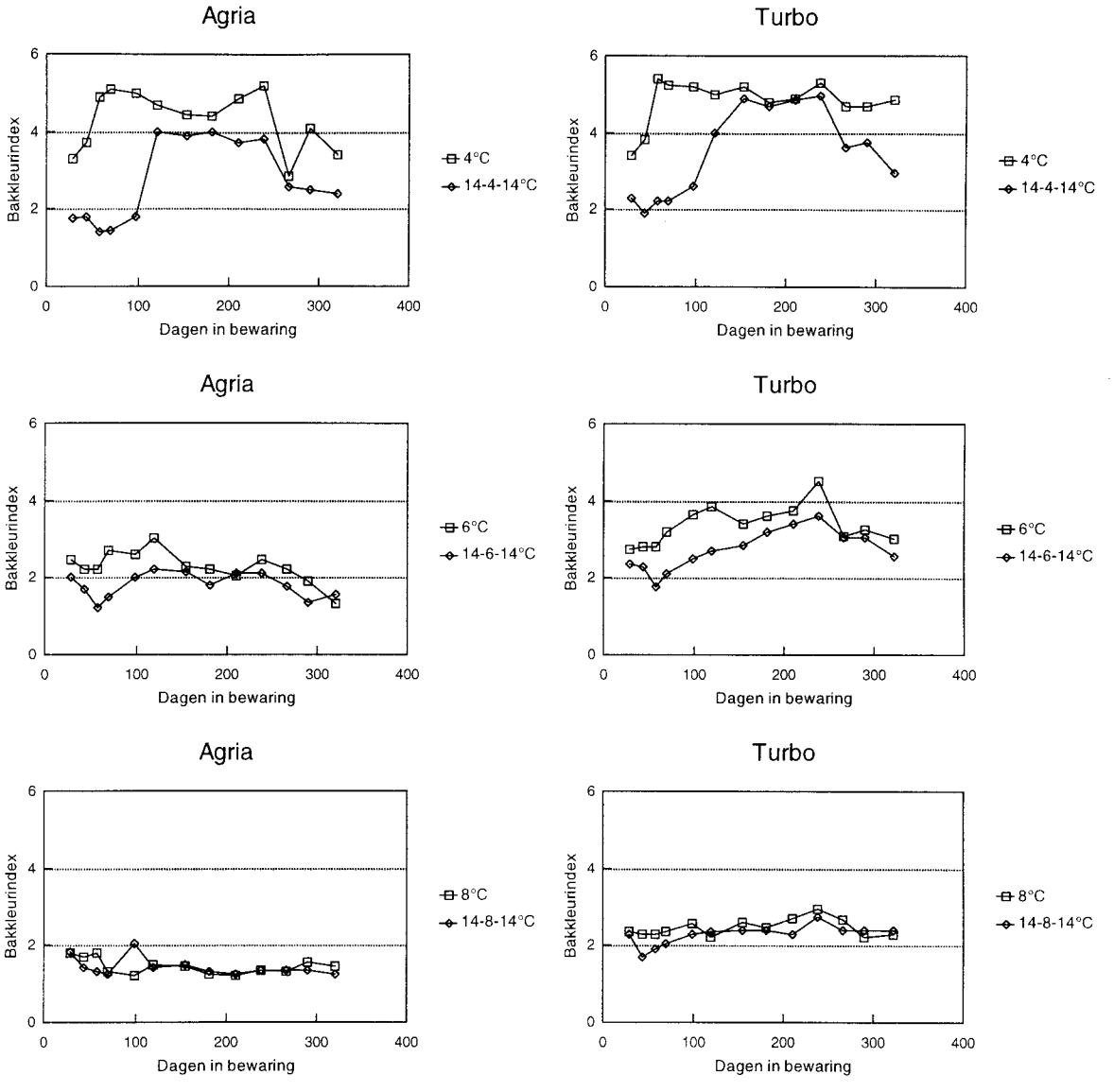
Ouderdomsverzoeting kenmerkt zich door een stijging van het sucrosegehalte voorafgaand aan de stijging van het hexosegehalte. Deze vorm van suikerophoping ontstaat aan het eind van het bewaarseizoen en is irreversibel. Er is dit bewaarseizoen nauwelijks verouderingsverzoeting geconstateerd bij de vier in het onderzoek betrokken rassen. De lange bewaring bij 14°C om ouderdomsverzoeting te induceren laat alleen bij de rassen Turbo en in mindere mate Asterix een lichte stijging zien van hexoses en bakkleur.

Het huidige bewaarseizoen ('97-'98) is al wel ouderdomsverzoeting geconstateerd. Dit is bijvoorbeeld te zien in de figuren van de dompelproef. Vooral Bintje laat na 200 bewaardagen bij 14°C al een duidelijke stijging van sucrose en hexosegehalte zien (bijlage 1). Ook bij de 8°C bewaring lijkt het sucrose en hexosegehalte te gaan stijgen. Bintje staat wel bekend als een aardappelras dat gevoelig is voor ouderdomsverzoeting.

Glijdende temperatuurregimes

Bij een glijdende temperatuurregime worden de aardappelen na de wondheelperiode (14 à

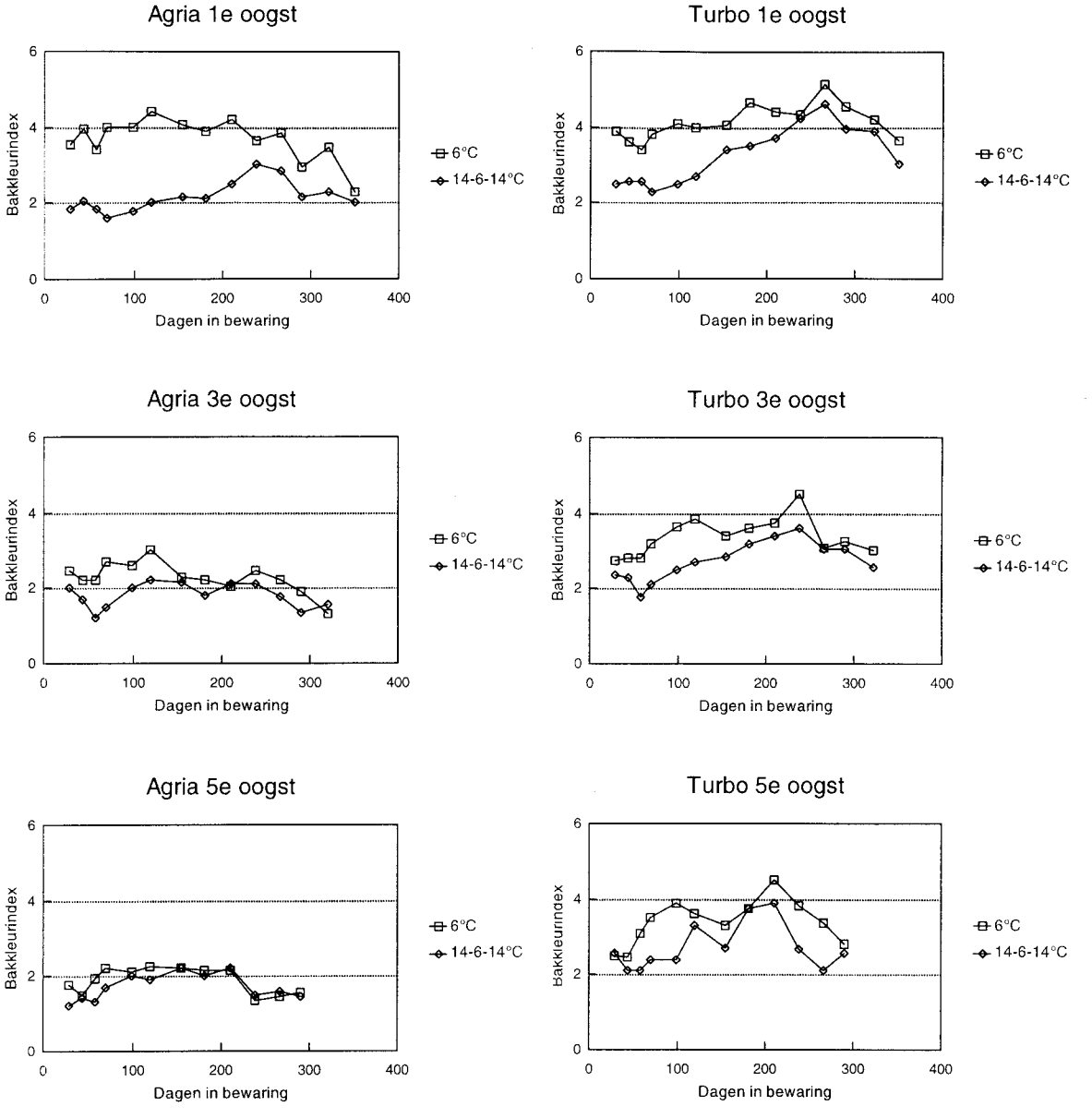
Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit rapport mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.



Figuur 17. Lange bewaring van het 3e oogsttijdstip van Agria en Turbo bij enkele constante temperaturen en regimes.

15°C) langzaam afgekoeld tot de gewenste temperatuur (4-8°C) met ongeveer 1°C per week. Tijdens de winter wordt de temperatuur constant gehouden en in het voorjaar (april) wordt begonnen met het opwarmen van de aardappelen met 1°C per week tot weer 14°C.
Met deze bewaring worden grote temperatuurschommelingen voorkomen, terwijl door de geleidelijke afkoeling de koudeverzoeting beperkt blijft. In het voorjaar wordt de temperatuur langzaam weer hoger. Dit is een soort geleidelijke vorm van reconditioneren.
Figuur 17 laat het verschil zien tussen een constante bewaartemperatuur en een regime voor twee rassen. De gegevens van de andere rassen alsmede het verloop van het hexosegehalte staan in bijlage 2. Een glijdend temperatuurregime geeft gemiddeld een betere bakkleurindex aan het eind van een bewaarseizoen dan een constante bewaartemperatuur.

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



Figuur 18. Lange bewaring van Turbo en Agria van de 1e, 3e en 5e oogst bij 6°C constant en het temperatuurregime 14-6-14°C.

Figuur 18 laat de verschillen tussen constante bewaring bij 6°C en een glijdend regime 14-6-14°C zien voor drie verschillende oogsttijdstippen. Met name bij de vroeg geoogste partijen is er bij 6°C constant een snelle achteruitgang van de bakkleur. Naarmate de partijen beter zijn afgerijpt (5e oogst) is het verloop van de bakkleur beter. Bij Agria, Aziza en Turbo zijn alle oogsten met het regime 14-6-14°C bewaard onder bakkleurindex 4 gebleven. Alleen de eerste oogst Turbo komt er even bovenuit. Bij Asterix is het moeilijker om de bakkleurindex onder de 4 te houden. Asterix is erg gevoelig voor koudeverzoeting. Met Aziza, Turbo en Agria werden voor het derde oogsttijdstip met regime 14-4-14°C nog prima resultaten bereikt (bijlage 3).

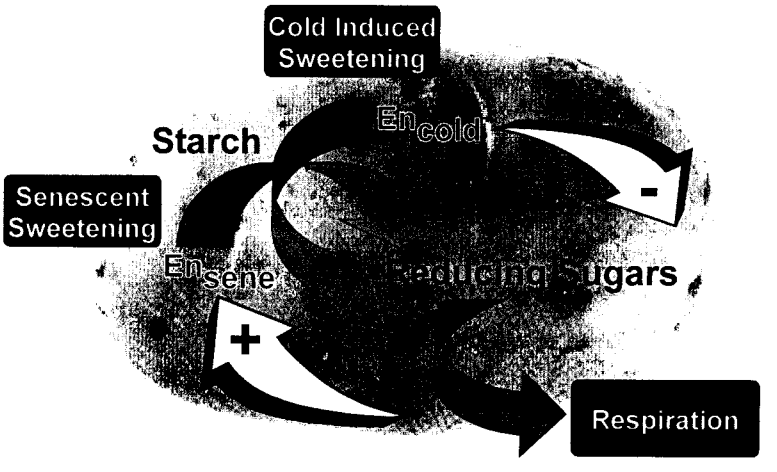
Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit rapport mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

Conclusie is dat in plaats van een constante bewaartemperatuur een glijdend regime zoals hier beschreven een goed alternatief is. De bakkleuren zijn met een regime gemiddeld lager (0.2 tot 1 punt) dan met een constante temperatuur. Er is vooral winst te behalen met regimes voor niet volledig afgerijpte partijen. Bovendien is een regime met buitenluchtkoeling realiseerbaar.

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

5 Fysiologie Aardappelverzoeting In Model (FAVIM)

Inleiding
Bij ATO-DLO is een mathematisch model ontwikkeld (FAVIM) dat in staat is de verzoeting van aardappelen tijdens de bewaring voor verschillende rassen over de jaren te beschrijven. Momenteel wordt eraan gewerkt om dit model voorspellend te krijgen door de ras- en seizoensverschillen terug te voeren op specifieke parameters uit het model. Dan is het te gebruiken bij planning van de bewaring, zodat zowel handel als industrie hun logistiek af kunnen stemmen op de te verwachten verwerkingskwaliteit.
Aan de hand van de bewaargegevens 1996-1997 is gekeken hoever het model is te gebruiken om het bewaargedrag van de cultivars Turbo, Agria, Asterix en Aziza te beschrijven, in hoeverre partijverschillen tussen de vijf oogsttijdstippen zijn terug te voeren op de model parameter $En_{cold,0}$ en in hoeverre deze parameter vroegtijdig in de bewaring is te bepalen.



Model
Het model FAVIM kan in vereenvoudigde vorm worden weergegeven volgens bovenstaande figuur. Reducerende suikers worden vrijgemaakt uit zetmeel en verbruikt voor de ademhaling. De verzoeting kan plaats vinden als gevolg van koude verzoeting (bewaring bij lage temperaturen) of als gevolg van ouderdom verzoeting (veroudering van het weefsel). Beide processen worden mogelijk gemaakt door hun respectievelijke enzym systemen ($En_{cold,}$ en En_{sene}). Hierbij wordt ervan uitgegaan dat het enzym systeem voor koudeverzoeting (En_{cold}) in de loop van de tijd minder actief wordt (Vroeg in de bewaring reageren aardappels heftiger op lage temperaturen dan later in de bewaring) terwijl het enzym systeem verantwoordelijk voor veroudering (En_{sene}) tijdens de bewaring wordt aangemaakt (de aardappels verouderen).
Wanneer we ons concentreren op de koudeverzoeting valt het op dat er grote verschillen bestaan in de mate van koudegevoeligheid tussen verschillende partijen. De verschillen in koudegevoeligheid die we tussen de seizoenen, oogsttijdstippen en partijen waarnemen kunnen een afspiegeling zijn van de mate van afrijping van het produkt. Het is algemeen bekend dat, naarmate het produkt verder is afgerijpt de koudegevoeligheid, en daarmee de accumulatie van suikers bij lage temperaturen, minder is. Uit de literatuur is verder bekend dat tijdens de afrijping van knollen de diverse enzymen die betrokken zijn bij het suikermetabolisme in activiteit

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

$$S = \frac{k_{cold} * En_{cold,0} * Starch * \left(e^{-k_{dena} * t} - e^{-k_{resp} * O_2 * t}\right)}{k_{resp} * O_2 - k_{dena}} +$$

$$\frac{k_{sene} * En_{sene,0} * Starch * \left(e^{k_{form} * t} - e^{-k_{resp} * O_2 * t}\right)}{k_{resp} * O_2 + k_{form}} +$$

$$S_0 * e^{-k_{resp} * O_2 * t}$$

afnemen. Deze rijpheid afhankelijke enzym activiteit zou dus wel eens bepalend kunnen zijn voor de uiteindelijke mate van verzoeting tijdens de bewaring. Met deze rijpheidsfactor krijgen we een parameter in handen die partijverschillen, gegeven een bepaald ras, kan verklaren.

Om deze hypothese te toetsen is de hoeveelheid enzym die in het model verantwoordelijk is voor de koudeverzoeting ($En_{cold,0}$) beschouwd als een rijpheid afhankelijke factor. Vervolgens zijn de gegevens van de vijf oogsttijdstippen per cultivar gezamenlijk geanalyseerd. Hierbij zijn alle verschillen tussen de vijf oogsttijdstippen toegekend aan die éne rijpheid afhankelijke factor: $En_{cold,0}$. Alle ander model parameters zijn per cultivar gelijk gehouden. Hiermee is de parameter $En_{cold,0}$ de partij afhankelijke factor geworden die in zijn eentje bepaalt hoe koudegevoelig een specifieke partij van de betreffende cultivar zal reageren tijdens de bewaring. Wanneer deze parameter op voorhand kan worden geschat (gegeven alle andere modelparameters) kan een voorspelling voor de betreffende partij worden gedaan. De gedachte is dat er geen wezenlijk verschil is tussen een verschil in de mate van afrijping, als gevolg van verschillen in de lengte van het groeiseizoen, of van verschillen in bemesting of klimatologische omstandigheden.

Analyse bewaring

De verzamelde gegevens van de geaccumuleerde hoeveelheid reducerende suikers tijdens bewaring bij constante temperaturen zijn nu geanalyseerd met het ontwikkelde model. Hierbij zijn per cultivar de gegevens van de 5 oogsttijdstippen gezamenlijk geanalyseerd. De diverse modelparameters zijn geschat over de gehele dataset, terwijl er per oogsttijdstip een waarde is *bewaring*.De waarde van $En_{cold,0}$ voor het eerste oogsttijdstip is ter referentie vastgezet

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

opeenrelatieve waarde van 1. geschat voor $En_{cold,0}$. De resultaten zijn terug te vinden in tabel 1 in de kolom *Analyse.*

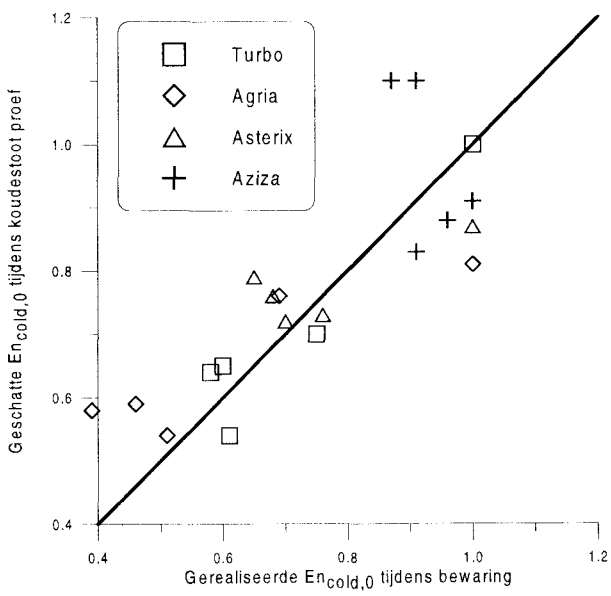
Tabel 3 Schattingen $En_{cold,0}$

	Turbo		**Agria**		**Asterix**		**Aziza**	
Oogst	Analyse bewaring	Analyse koude stoot	Analyse bewaring	Analyse koude stoot	Analyse bewaring	Analyse koude stoot	Analyse bewaring	Analyse koude stoot
1	1	1.0	1	0.81	1	0.87	1	0.91
2	0.75	0.70	0.69	0.76	0.76	0.73	0.91	0.83
3	0.61	0.54	0.51	0.54	0.68	0.76	0.91	1.1
4	0.58	0.64	0.46	0.59	0.70	0.72	0.96	0.88
5	0.60	0.65	0.39	0.58	0.65	0.79	0.87	1.1
R^2_{adj}	83.5%	85.4%	87.7%	88.7%	77.4%	88.9%	84.5%	89.1%

Koudestootproef

Verschillen tussen partijen zijn te herleiden tot verschillen in de modelparameter $En_{cold,0}$ Wanneer deze parameter op voorhand bekend is kan aan de hand van het model een voorspelling worden gedaan van het te verwachten bewaargedrag van die betreffende partij.

Naast het correleren van $En_{cold,0}$ met een biochemische bepaling is er een zogenaamde koudestootproef uitgevoerd (4 weken bewaren bij 2°C) om aan de hand hiervan bij het begin van de bewaring al een afschatting te kunnen doen van $En_{cold,0}$. Hiertoe zijn de gegevens van de koudestootproef per partij en per cultivar geanalyseerd. Uitgaande van de reeds bekende cultivar afhankelijke parameters is de partijspecifieke parameter $En_{cold,0}$ bijgeschat. Deze is terug te vinden in tabel 3 in de kolom *Analyse koude stoot.* De nevenstaande figuur laat zien in hoeverre de vooraf geschatte $En_{cold,0}$ (koudestootproef) overeenkomt met de uiteindelijk gerealiseerde $En_{cold,0}$ tijdens bewaring. Gegeven deze duidelijke relatie is de verzoeting tijdens een kortdurende koude bewaring indicatief te gebruiken voor het bewaargedrag tijdens de uiteindelijke bewaring.



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

6 Literatuur

1. Bachem, C.W.B., R.S. van der Hoeven, S.M. de Bruijn, D. Vreugdenhil, M. Zabeau, R.G.F. Visser (1996) Visualization of differential gene expression using a novel method of RNA fingerprinting based on AFLP: Analysis of gene expression during potato tuber development. The Plant Journal **9**:745-753

2. Bergmeyer (1984) Methods of enzymatic analysis. Third edition, volume 4.

3. Coleman W.K., J. LeBlanc, T. Morishita (1996) A rapid test for chemical maturity monitoring of potato tubers. American Potato Journal **73**:501-507

4. Coleman W.K., G.C.C. Tai, S. Clayton, M. Howie, A. Pereira (1993) A portable monitor for the rapid assessment of processing quality of stored potato tubers. American Potato Journal **70**:909-923

5. Ehteshamuddin AFM, Khan N, Hussain A (1995) Retardation of sweetening process in potato tubers during storage. Conference paper (abstract)

6. Habu, Y., S. Fukada-Tanaka, Y. Hisatomi, S, Iida (1997) Amplified restriction fragment length polymorphism-based mRNA fingerprinting using a single restriction enzyme that recognizes a 4-bp sequence. Biochemical and Biophysical Research Communications **234**:516-521

7. Handleiding voor de Glucometer Elite™ bloedglucosemeter. Testsysteem voor diabetes. (1993) Bayer Diagnostics

8. Khan N, Zaman R, Ehteshamuddin AFM (1994) Studies on storage of potato tubers with special reference to sweetening process. Pak J Sci Ind Res **36**:68-70

9. Methods of biochemical analysis and food analysis using test combinations (1987) Boehringer Mannheim GmbH, Biochemica

10. Misener, G.C., W.A. Gerber, G.C.C. Tai, E.J. Embleton (1996) Measurement of glucose concentrations of potato extract using a blood glucose test strip. Canadian Agricultural Engineering **38**:59-62

11. Ross, H.A., H.V. Davies (1992) Sucrose metabolism in tubers of potato (*Solanum Tuberosum* L.). Effects of sink removal and sucrose flux on sucrose-degrading enzymes. Plant Physiology **98**:287-293

12. Viola, R., H.V. Davies (1992) A microplate reader assay for rapid enzymatic quantification of sugars in potato tubers. Potato Research **35**:55-58

13. Vos P., R. Hogers , M. Bleeker, M. Reijans, T. Van der Lee, M. Hornes, A. Frijters, J. Pot, J. Peleman, M. Kuiper, M. Zabeau (1995) AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. Nucleic Acids Research **23**:4407-4414

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

7 Bijlagen

1	Bijlage 1	Dompelproef '97-'98	Asterix Bintje
2	Bijlage 2	Temperatuurregimes '96-'97 3e oogsttijdstip	Agria Asterix Aziza Turbo
3	Bijlage 3	Temperatuurregime 14-6-14°C en constante temperatuur 6°C voor 3 verschillende oogsten '96-'97	Agria Asterix Aziza Turbo
4	Bijlage 4	Bewaargegevens 1996-1997 van de constante temperaturen 4, 5, 6, 8 en 14°C en de temperatuurregimes 14-4-14, 14-6-14 en 14-8-14°C	Agria Asterix Aziza Turbo

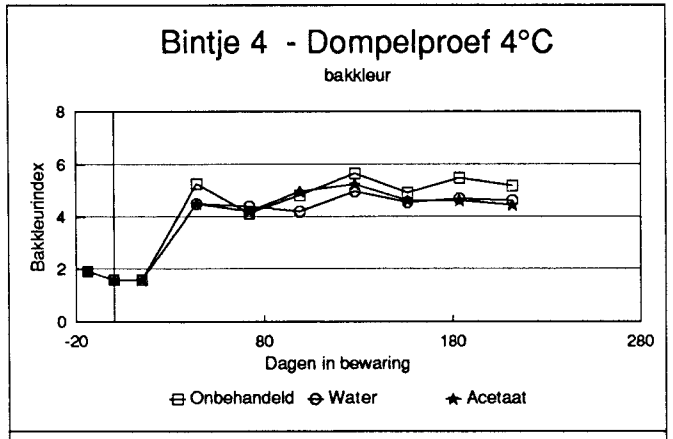
Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit rapport mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

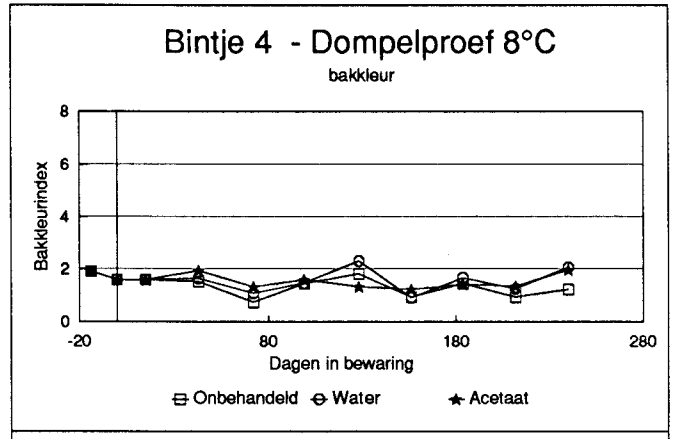
Bijlage 1

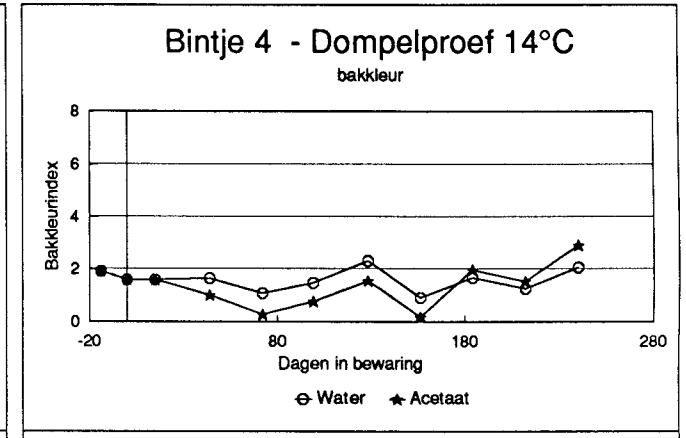
Dompelproef 1997-1998

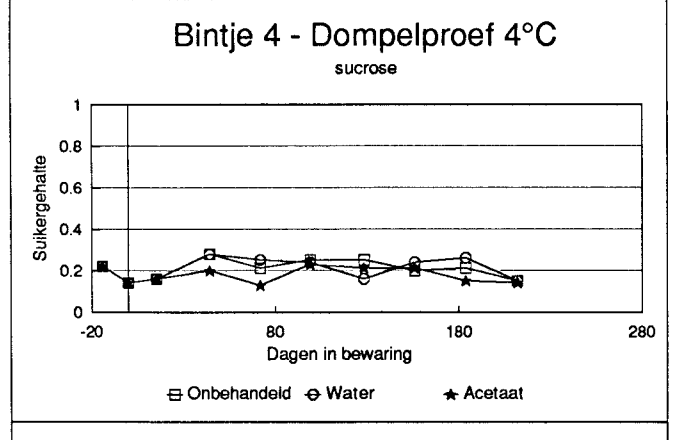
Bintje
Asterix

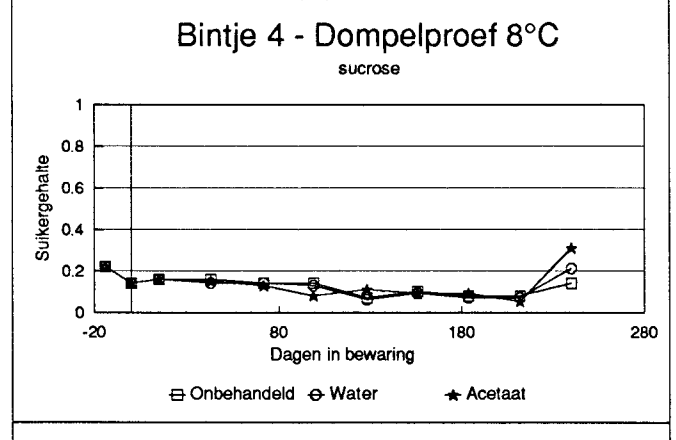
Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit rapport mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

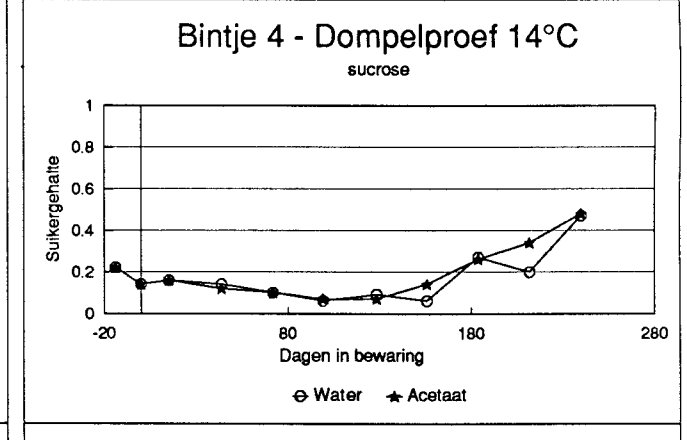

Bintje 4 - Dompelproef 4°C
bakkleur
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Onbehandeld
Water
Acetaat

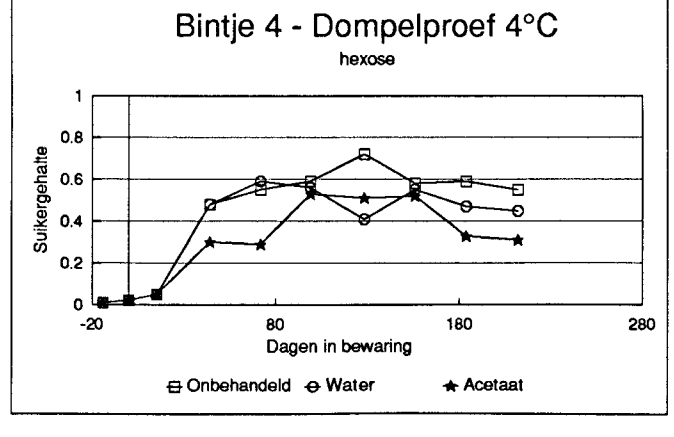

Bintje 4 - Dompelproef 8°C
bakkleur
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Onbehandeld
Water
Acetaat

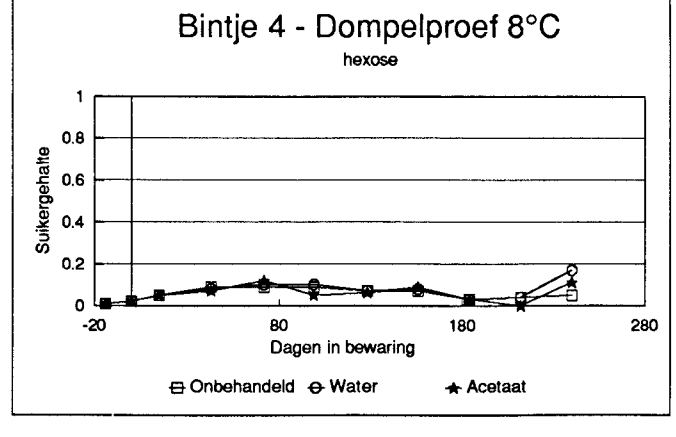

Bintje 4 - Dompelproef 14°C
bakkleur
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Water
Acetaat

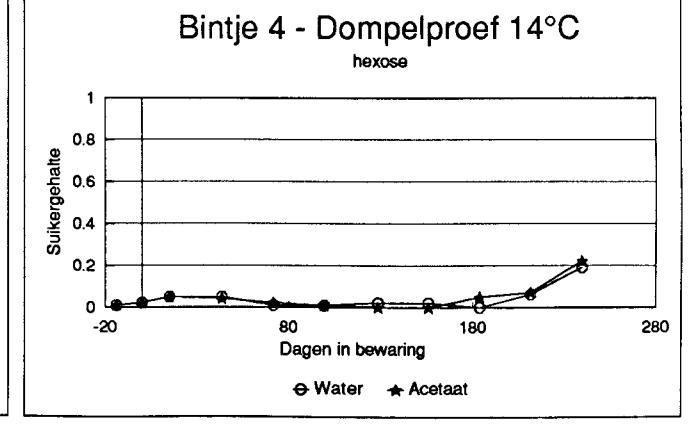

Bintje 4 - Dompelproef 4°C
sucrose
Suikergehalte
Dagen in bewaring
Onbehandeld
Water
Acetaat

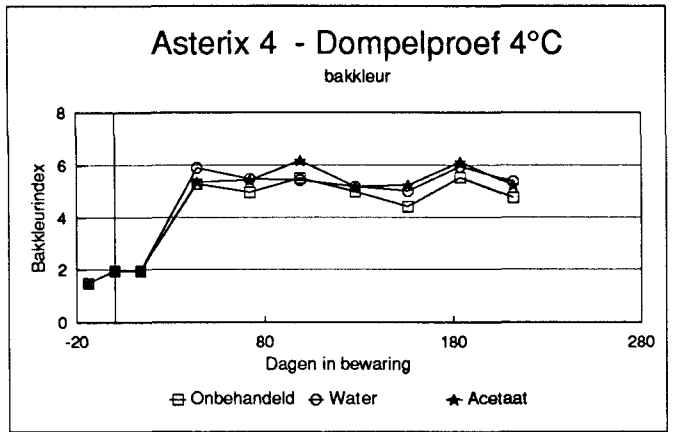

Bintje 4 - Dompelproef 8°C
sucrose
Suikergehalte
Dagen in bewaring
Onbehandeld
Water
Acetaat

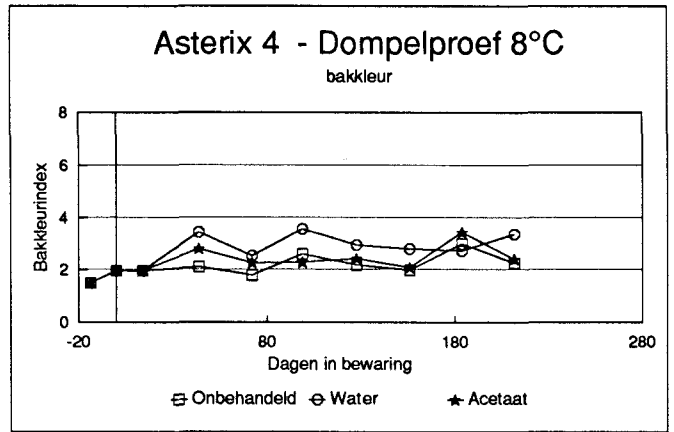

Bintje 4 - Dompelproef 14°C
sucrose
Suikergehalte
Dagen in bewaring
Water
Acetaat

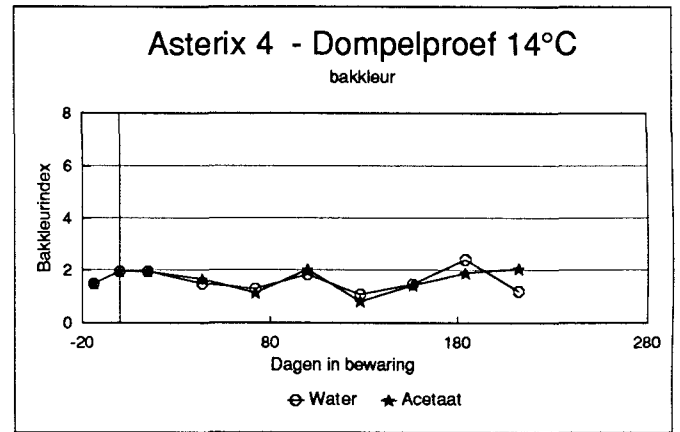

Bintje 4 - Dompelproef 4°C
hexose
Suikergehalte
Dagen in bewaring
Onbehandeld
Water
Acetaat

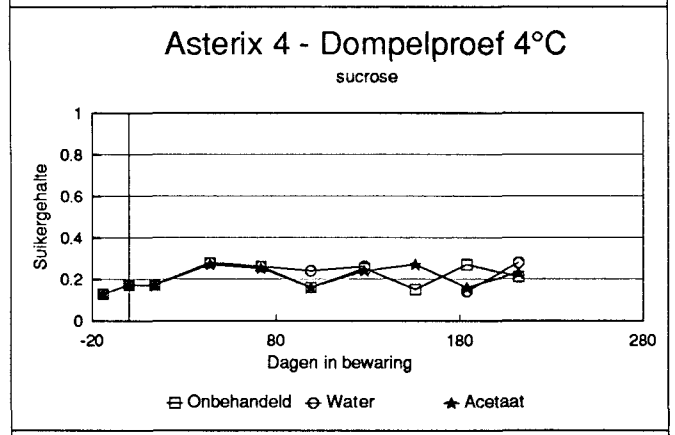

Bintje 4 - Dompelproef 8°C
hexose
Suikergehalte
Dagen in bewaring
Onbehandeld
Water
Acetaat

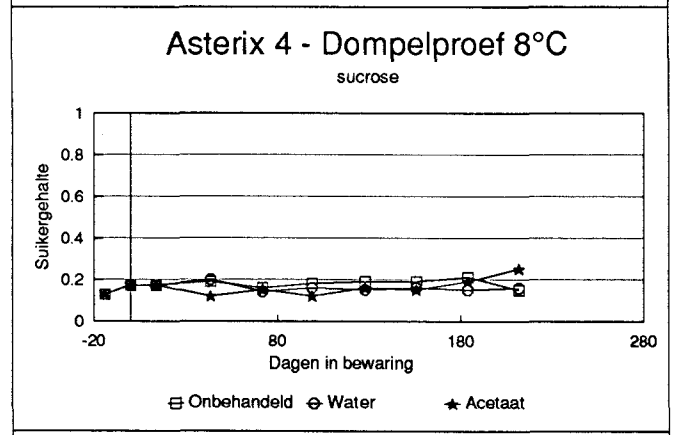

Bintje 4 - Dompelproef 14°C
hexose
Suikergehalte
Dagen in bewaring
Water
Acetaat

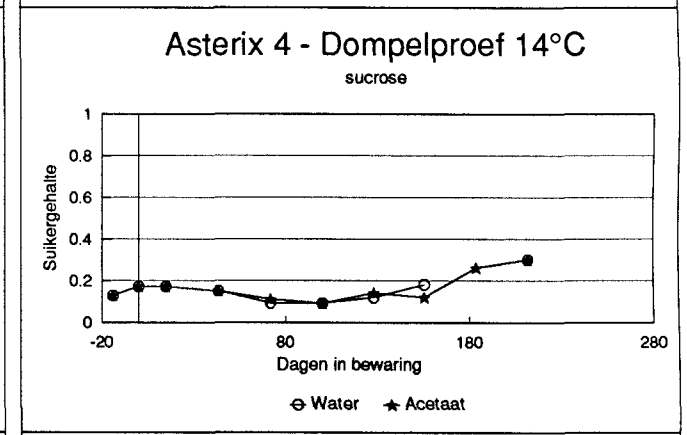

Asterix 4 - Dompelproef 4°C
bakkleur
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Onbehandeld
Water
Acetaat

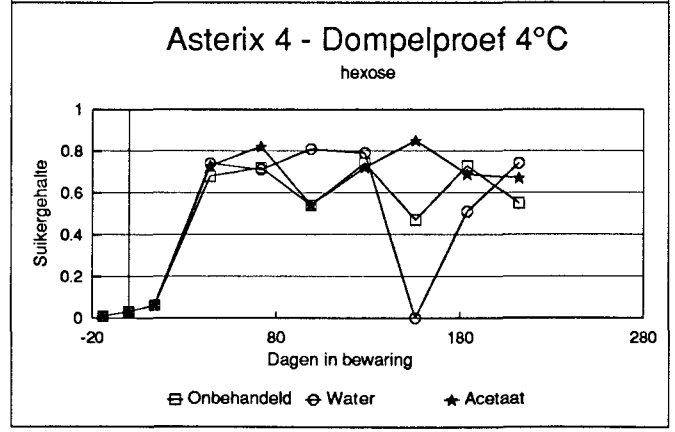

Asterix 4 - Dompelproef 8°C
bakkleur
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Onbehandeld
Water
Acetaat

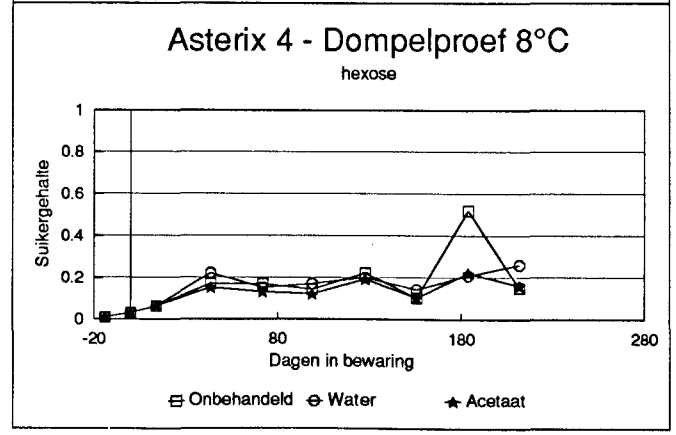

Asterix 4 - Dompelproef 14°C
bakkleur
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Water
Acetaat

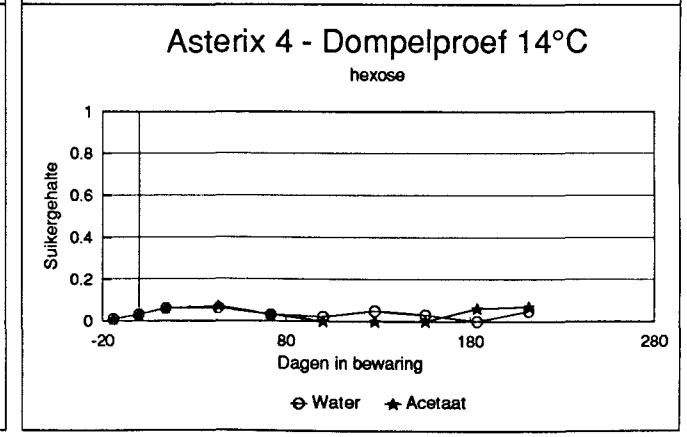

Asterix 4 - Dompelproef 4°C
sucrose
Suikergehalte
Dagen in bewaring
Onbehandeld
Water
Acetaat


Asterix 4 - Dompelproef 8°C
sucrose
Suikergehalte
Dagen in bewaring
Onbehandeld
Water
Acetaat


Asterix 4 - Dompelproef 14°C
sucrose
Suikergehalte
Dagen in bewaring
Water
Acetaat


Asterix 4 - Dompelproef 4°C
hexose
Suikergehalte
Dagen in bewaring
Onbehandeld
Water
Acetaat


Asterix 4 - Dompelproef 8°C
hexose
Suikergehalte
Dagen in bewaring
Onbehandeld
Water
Acetaat

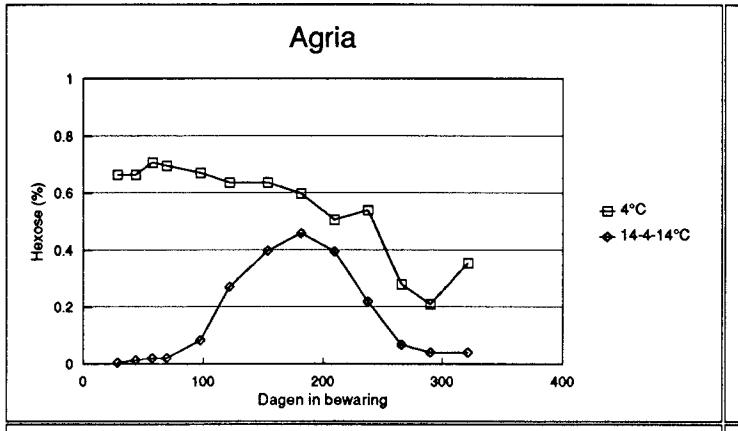

Asterix 4 - Dompelproef 14°C
hexose
Suikergehalte
Dagen in bewaring
Water
Acetaat

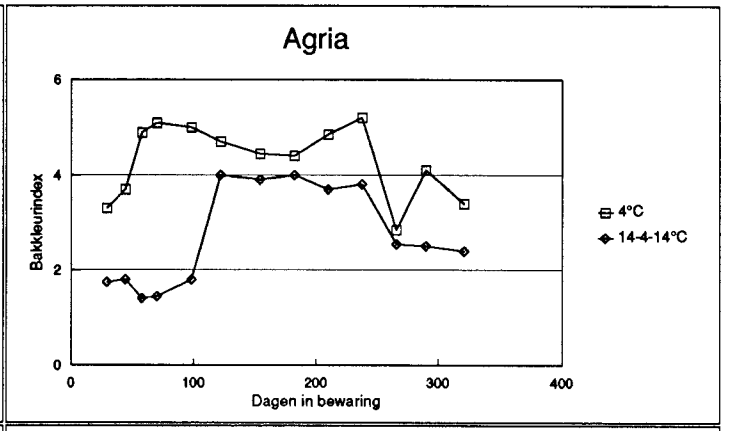
Bijlage 2

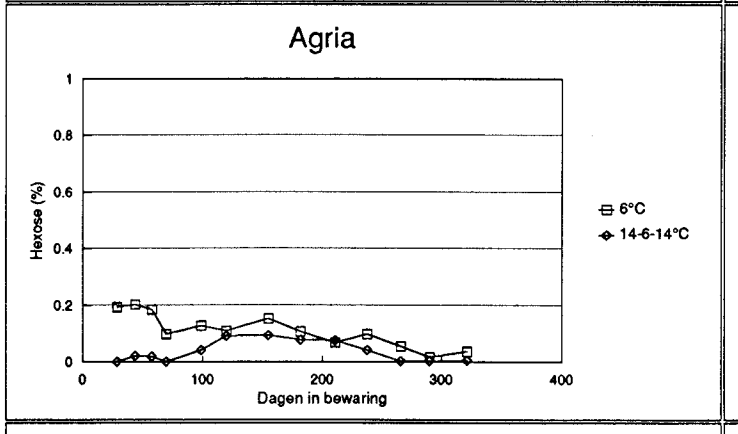
Temperatuurregimes 1996-1997 3e oogsttijdstip

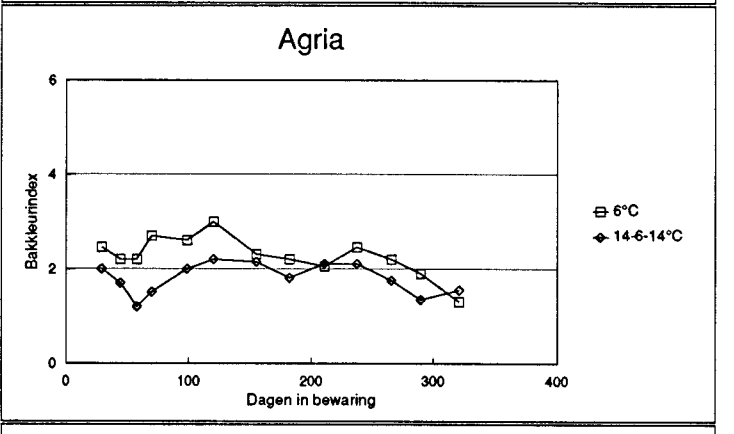
Agria
Asterix
Aziza
Turbo

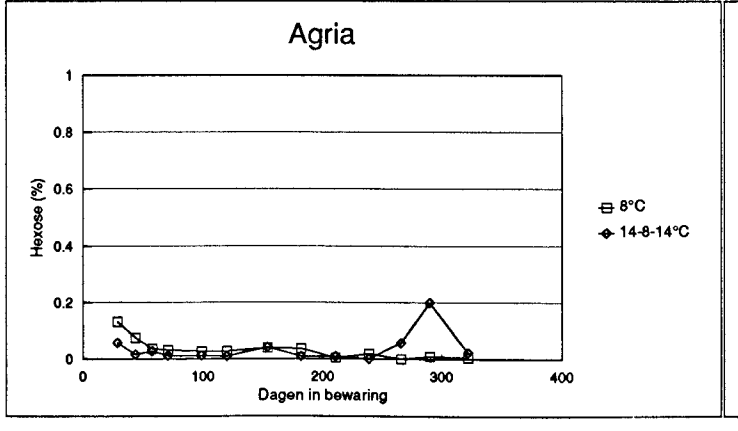
Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit rapport mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

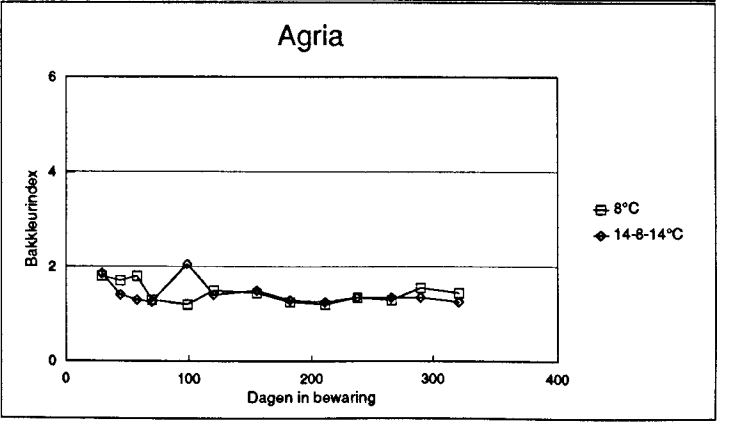

Agria
Hexose (%)
Dagen in bewaring
4°C
14-4-14°C

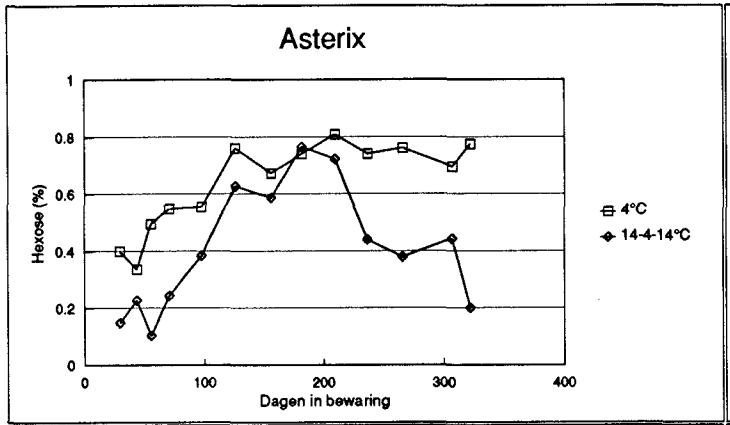

Agria
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
4°C
14-4-14°C

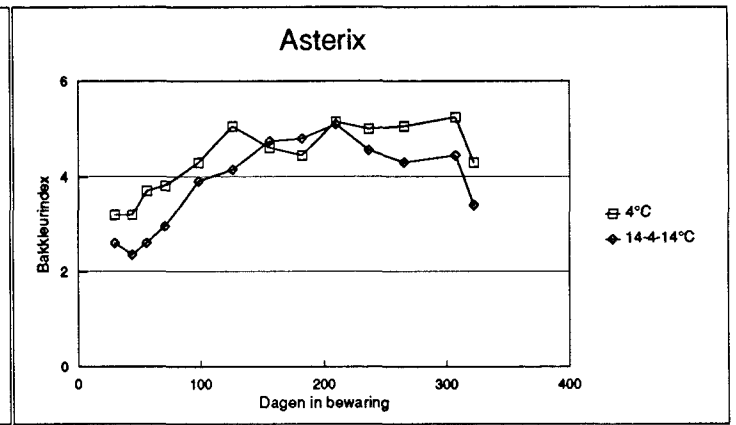

Agria
Hexose (%)
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C

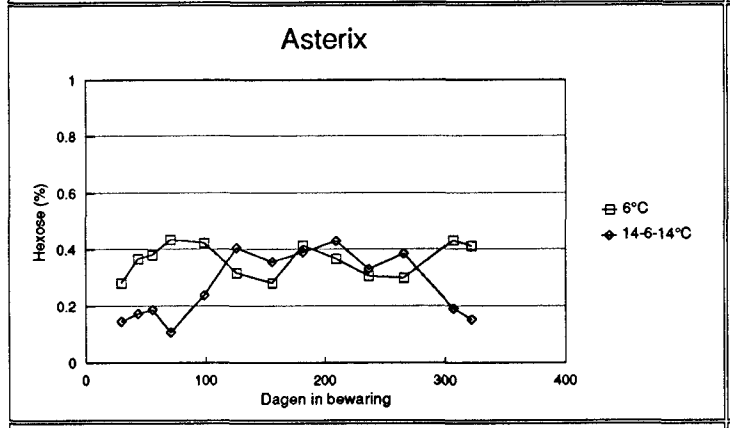

Agria
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C

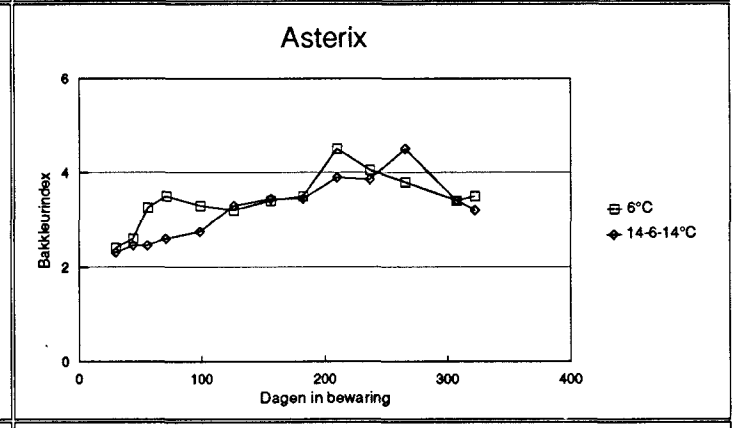

Agria
Hexose (%)
Dagen in bewaring
8°C
14-8-14°C

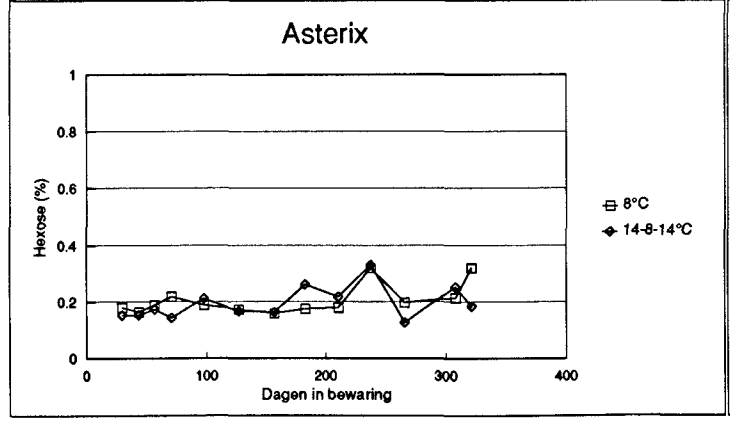

Agria
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
8°C
14-8-14°C

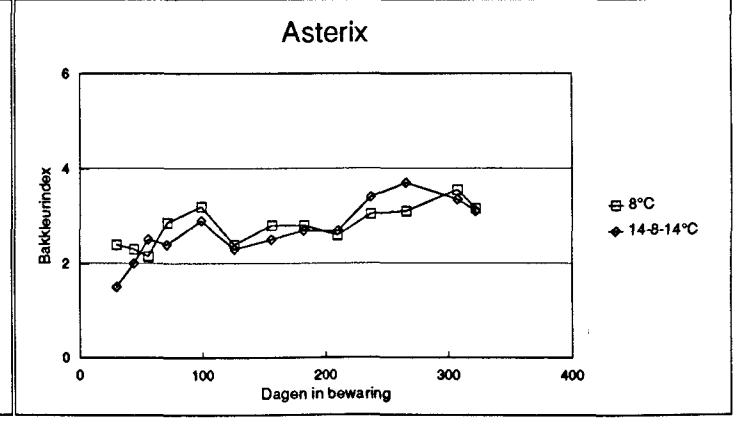

Asterix
Hexose (%)
Dagen in bewaring
4°C
14-4-14°C

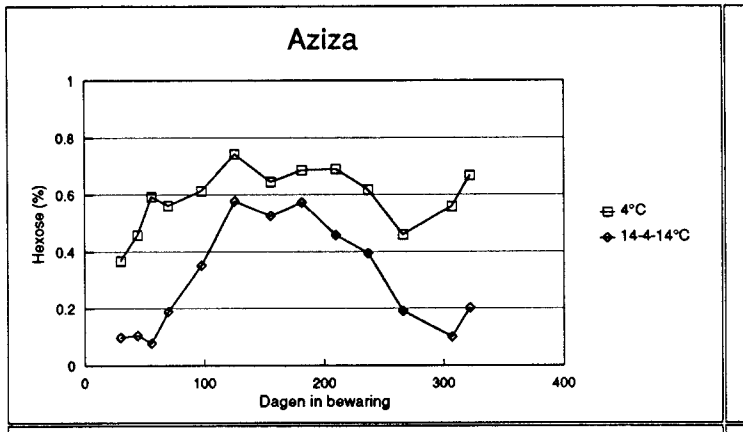

Asterix
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
4°C
14-4-14°C

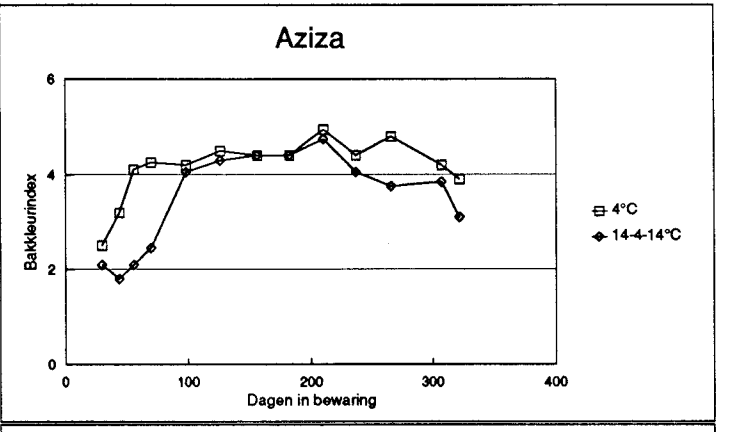

Asterix
Hexose (%)
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C

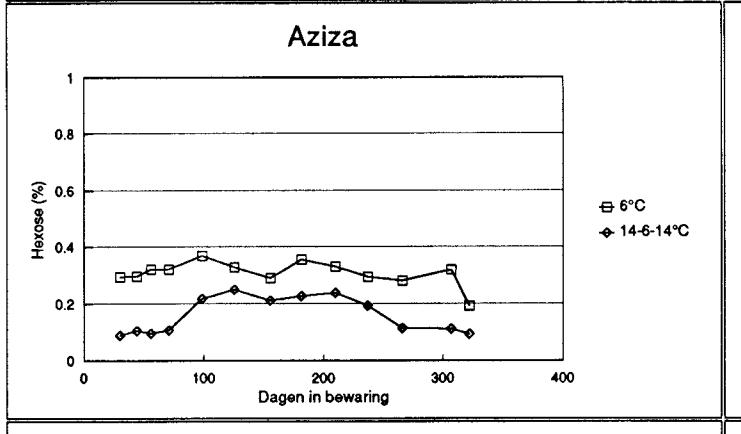

Asterix
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C

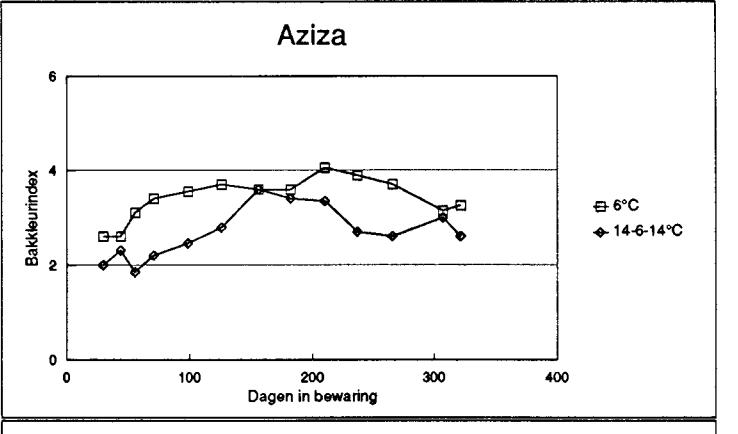

Asterix
Hexose (%)
Dagen in bewaring
8°C
14-8-14°C

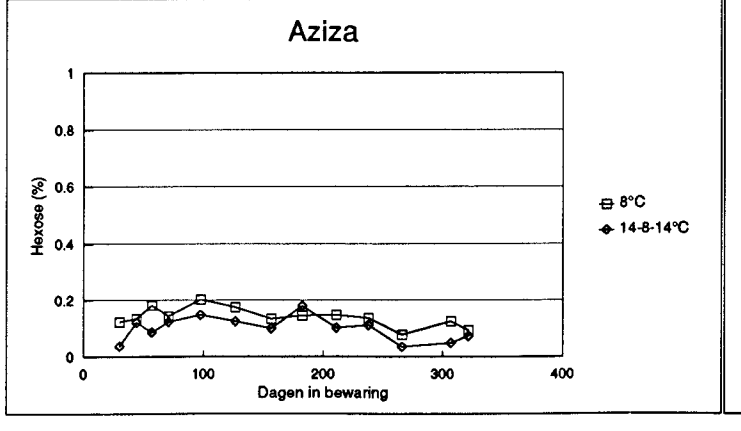

Asterix
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
8°C
14-8-14°C

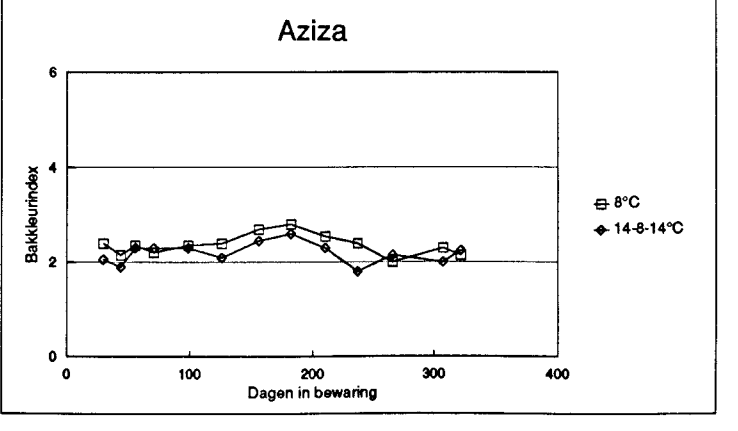

Aziza
Hexose (%)
Dagen in bewaring
4°C
14-4-14°C

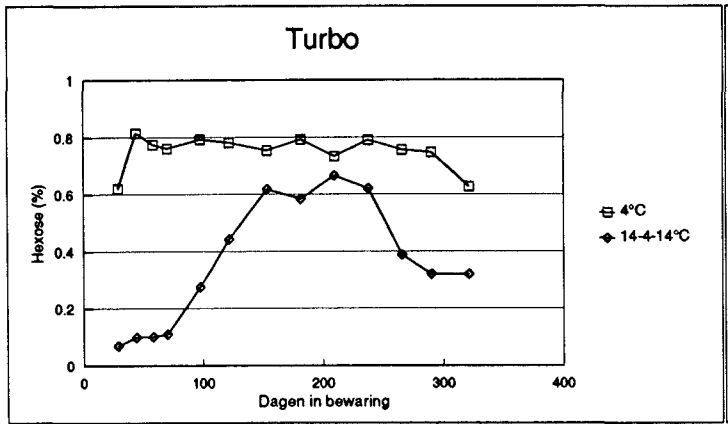

Aziza
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
4°C
14-4-14°C

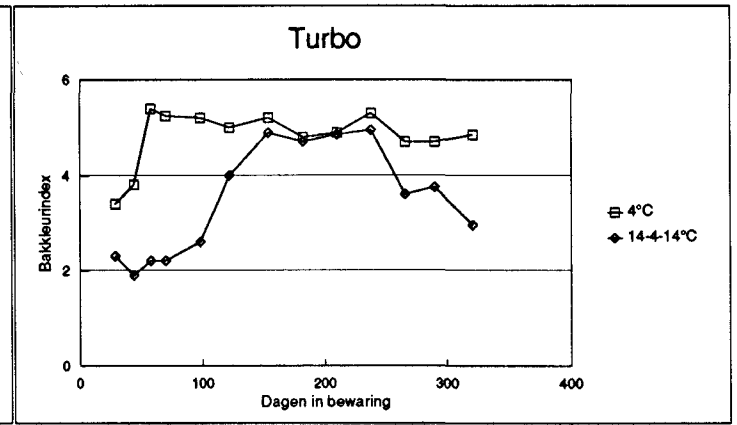

Aziza
Hexose (%)
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C

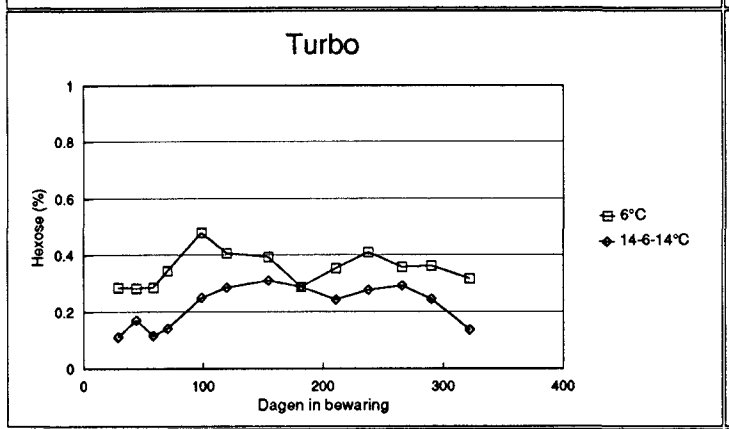

Aziza
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C

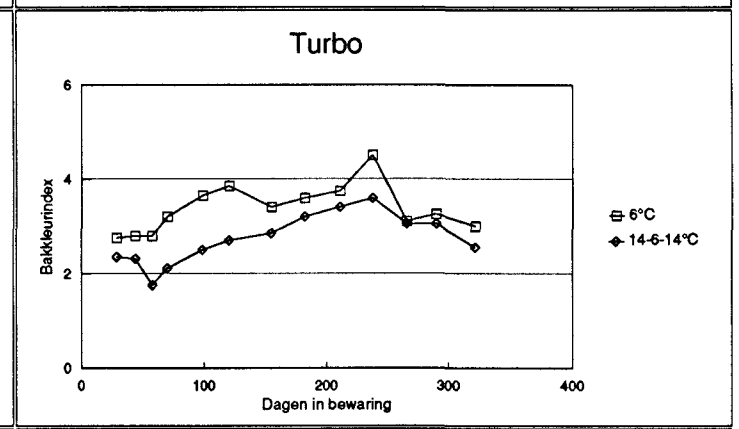

Aziza
Hexose (%)
Dagen in bewaring
8°C
14-8-14°C

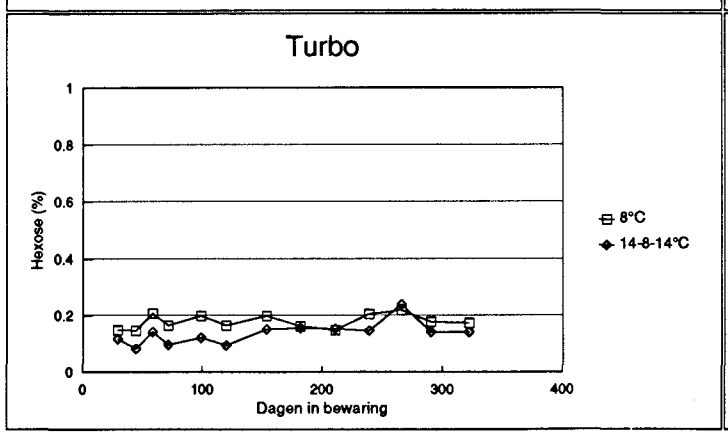

Aziza
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
8°C
14-8-14°C

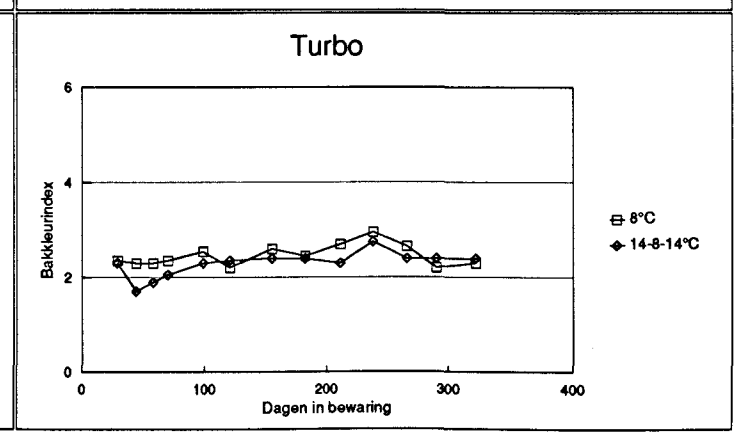

Turbo
Hexose (%)
Dagen in bewaring
4°C
14-4-14°C


Turbo
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
4°C
14-4-14°C


Turbo
Hexose (%)
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C


Turbo
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C


Turbo
Hexose (%)
Dagen in bewaring
8°C
14-8-14°C

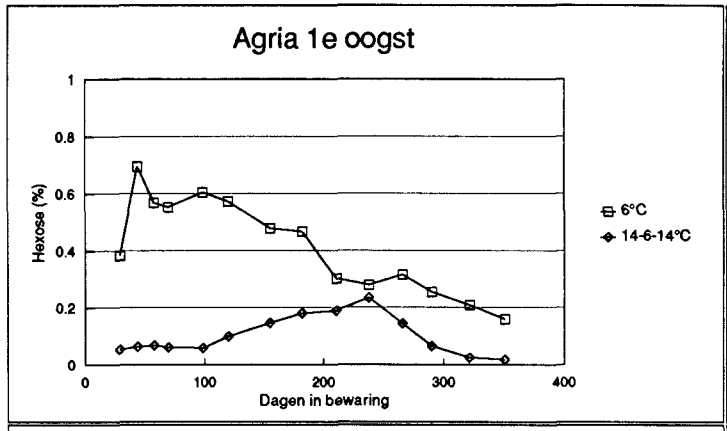

Turbo
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
8°C
14-8-14°C

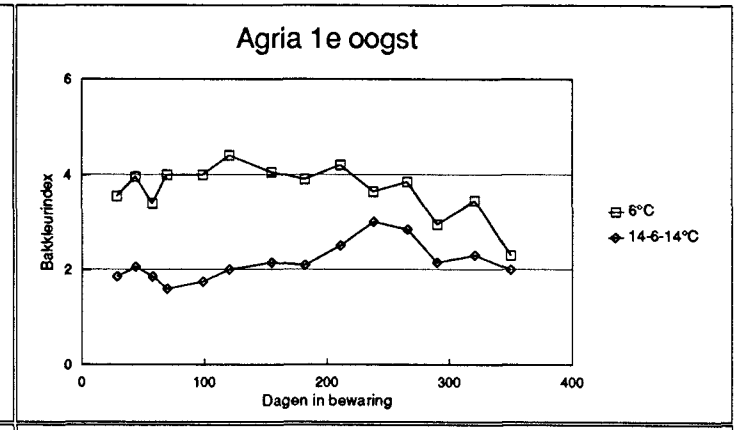
Bijlage 3

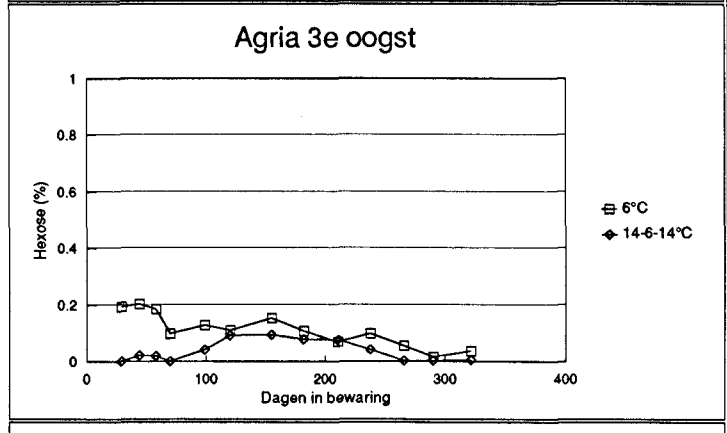
Temperatuurregime 14-6-14°C en constante temperatuur 6°C voor 3 verschillende oogsten 1996-1997

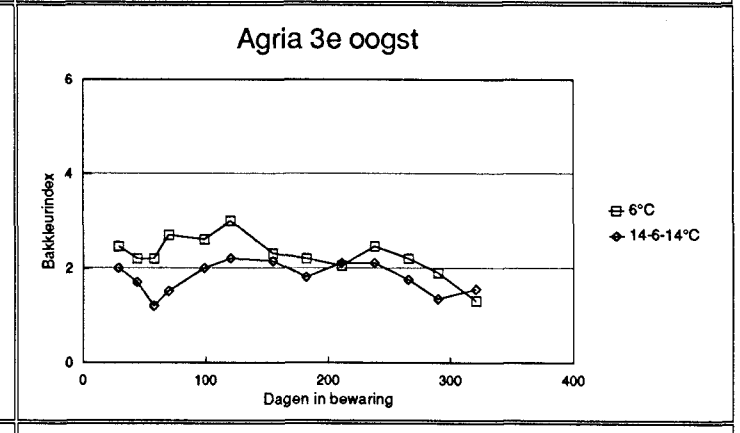
Agria
Asterix
Aziza
Turbo

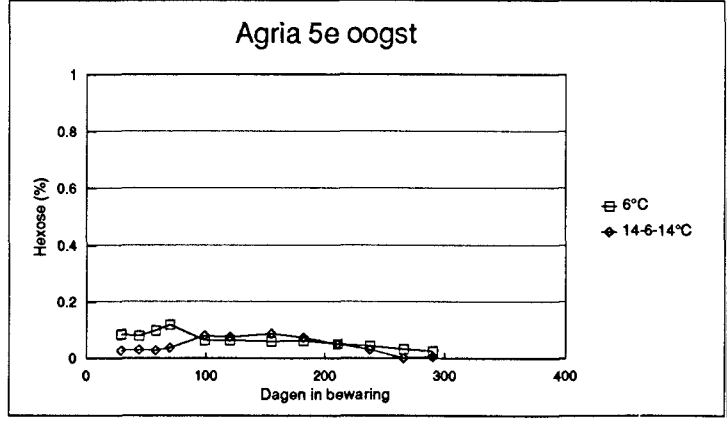
Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit rapport mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

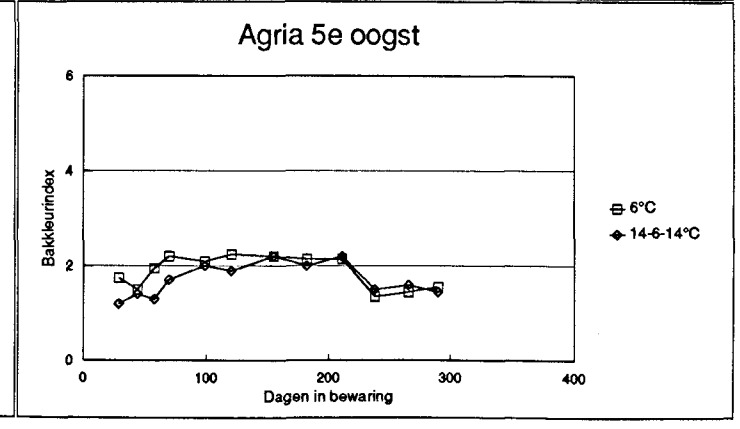

Agria 1e oogst
Hexose (%)
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
0
100
200
300
400
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C

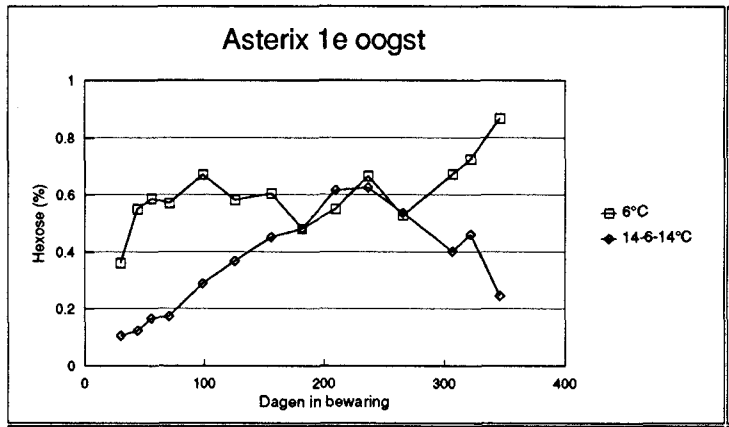

Agria 1e oogst
Bakkleurindex
0
2
4
6
0
100
200
300
400
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C

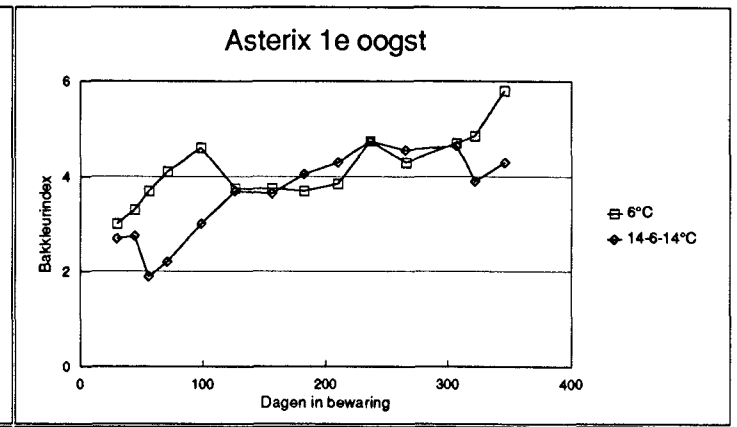

Agria 3e oogst
Hexose (%)
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
0
100
200
300
400
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C

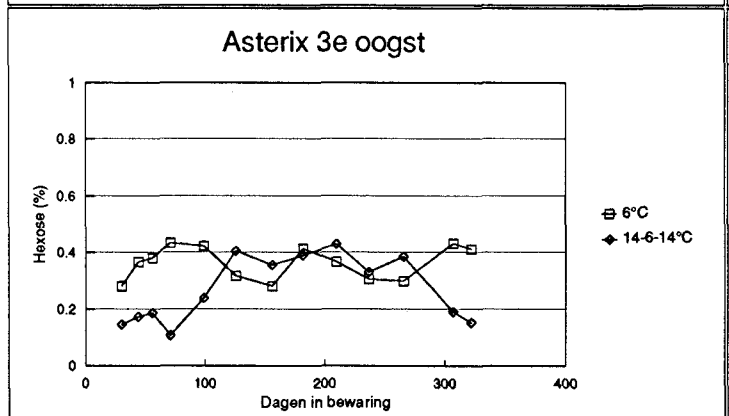

Agria 3e oogst
Bakkleurindex
0
2
4
6
0
100
200
300
400
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C

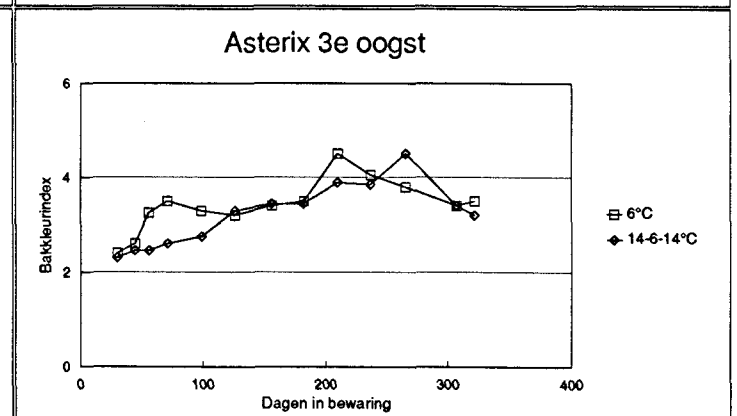

Agria 5e oogst
Hexose (%)
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
0
100
200
300
400
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C

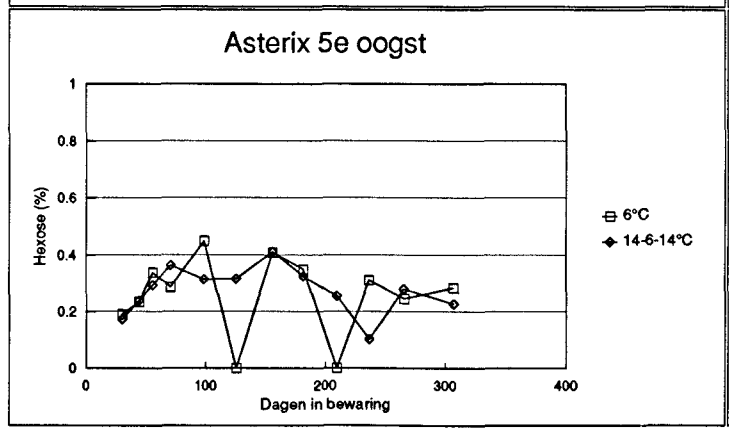

Agria 5e oogst
Bakkleurindex
0
2
4
6
0
100
200
300
400
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C

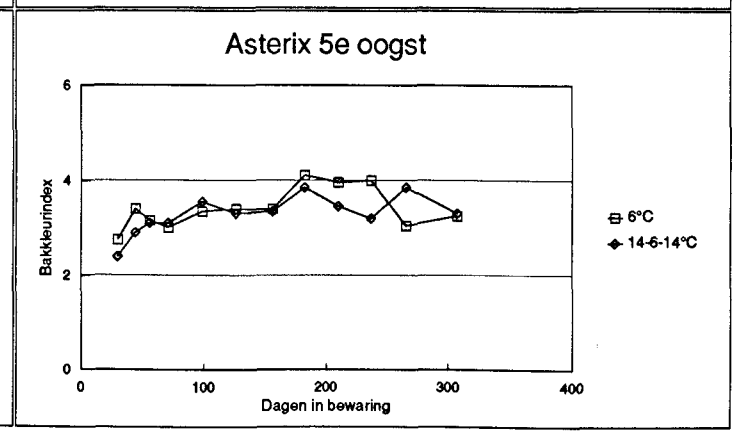

Asterix 1e oogst
Hexose (%)
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C

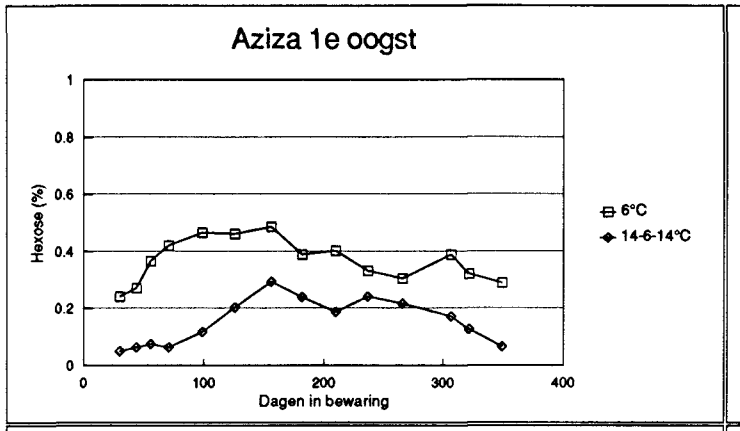

Asterix 1e oogst
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C

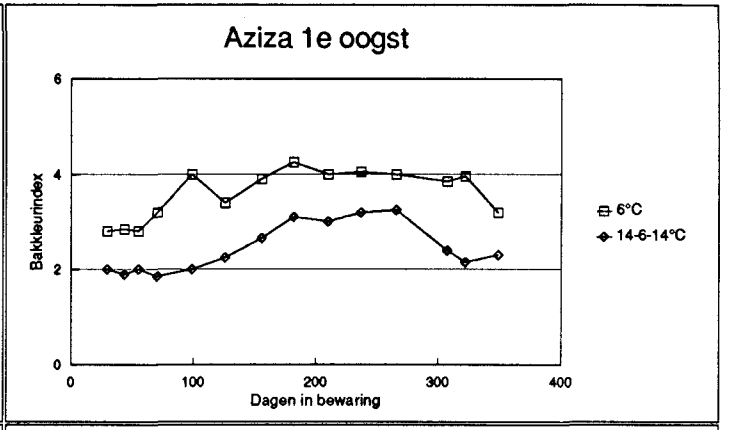

Asterix 3e oogst
Hexose (%)
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C

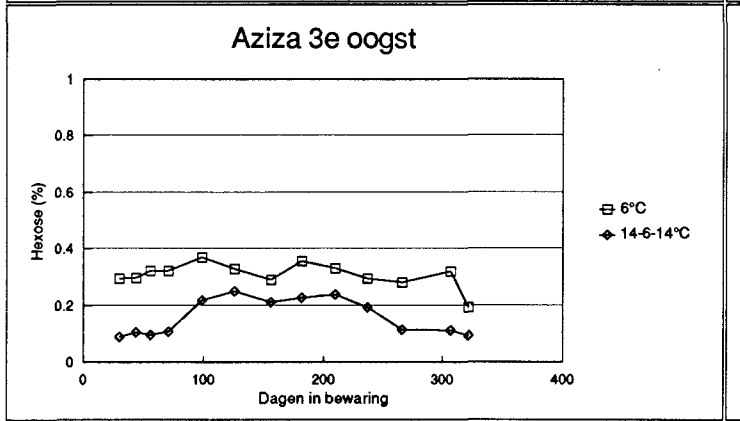

Asterix 3e oogst
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C

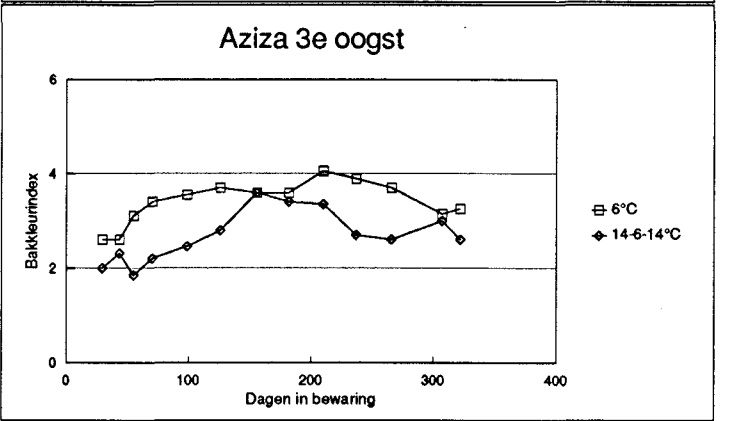

Asterix 5e oogst
Hexose (%)
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C

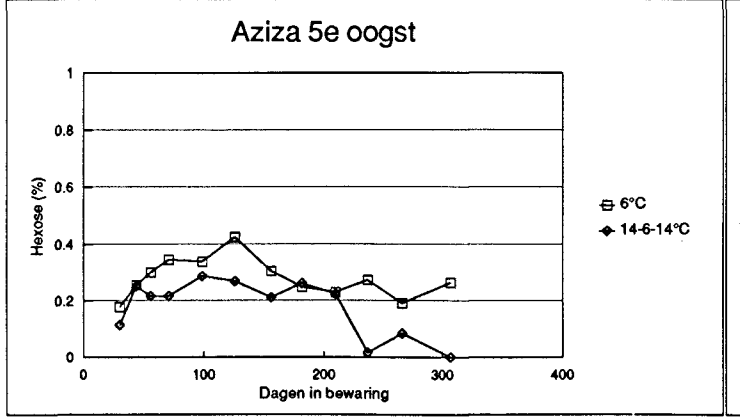

Asterix 5e oogst
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C

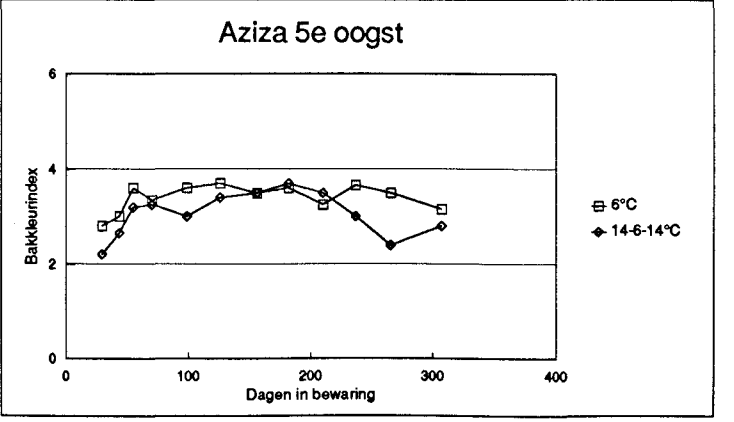

Aziza 1e oogst
Hexose (%)
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
0
100
200
300
400
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C

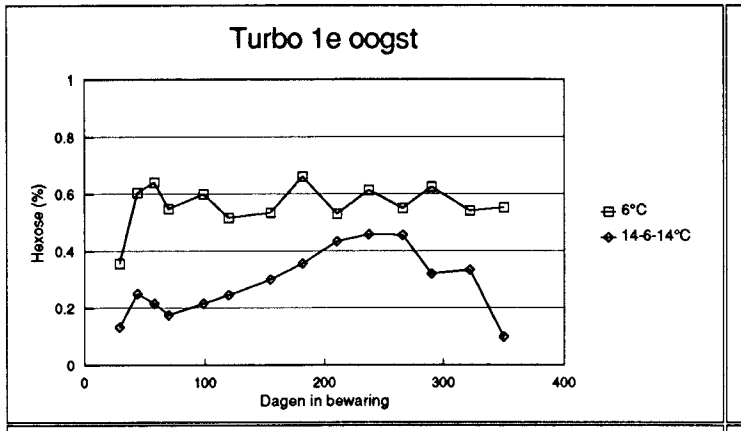

Aziza 1e oogst
Bakkleurindex
0
2
4
6
0
100
200
300
400
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C

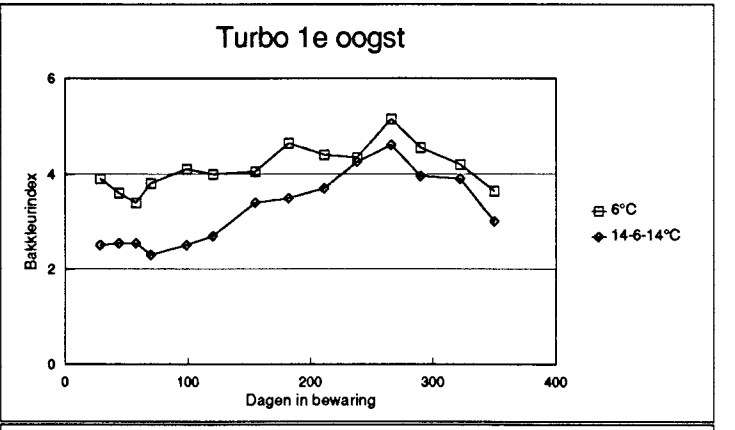

Aziza 3e oogst
Hexose (%)
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
0
100
200
300
400
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C

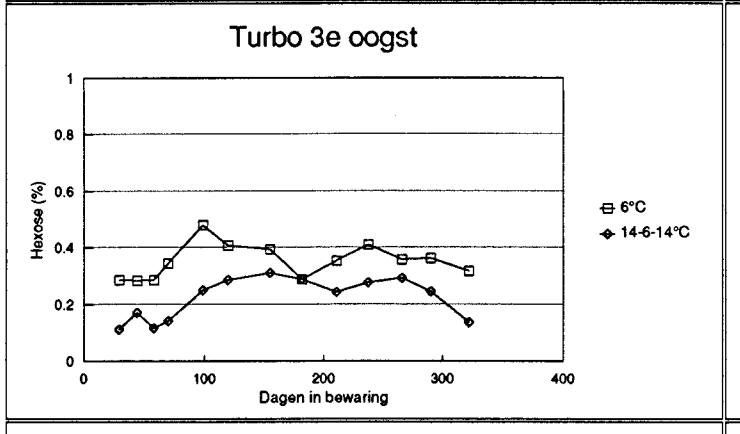

Aziza 3e oogst
Bakkleurindex
0
2
4
6
0
100
200
300
400
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C

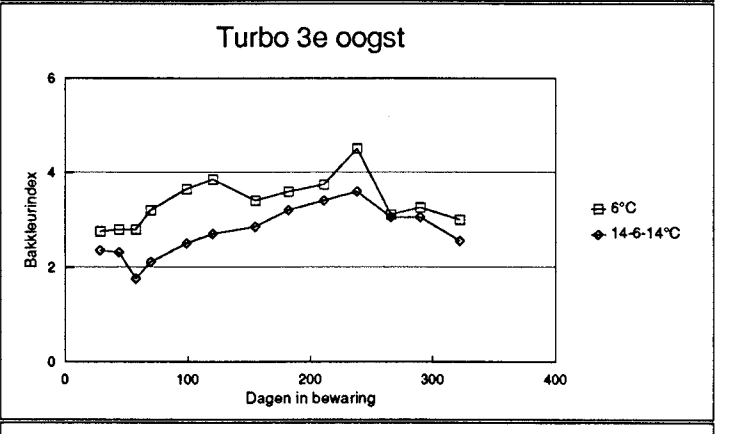

Aziza 5e oogst
Hexose (%)
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
0
100
200
300
400
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C

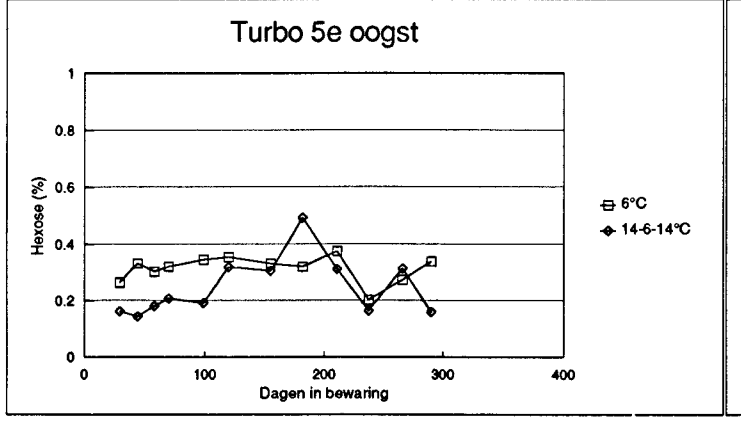

Aziza 5e oogst
Bakkleurindex
0
2
4
6
0
100
200
300
400
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C

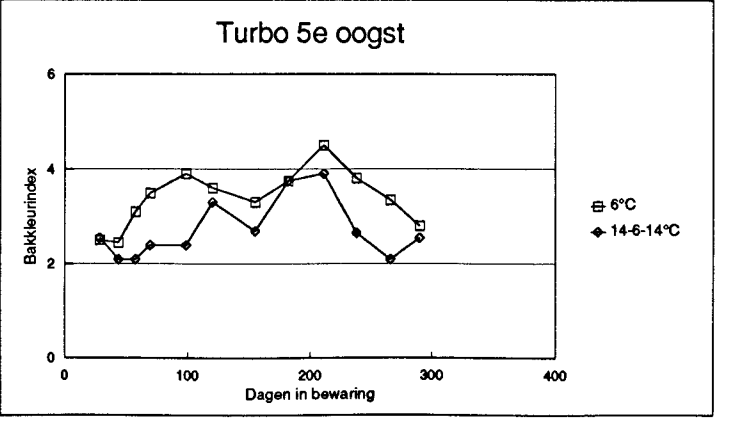

Turbo 1e oogst
Hexose (%)
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C


Turbo 1e oogst
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C


Turbo 3e oogst
Hexose (%)
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C


Turbo 3e oogst
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C


Turbo 5e oogst
Hexose (%)
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C


Turbo 5e oogst
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
6°C
14-6-14°C

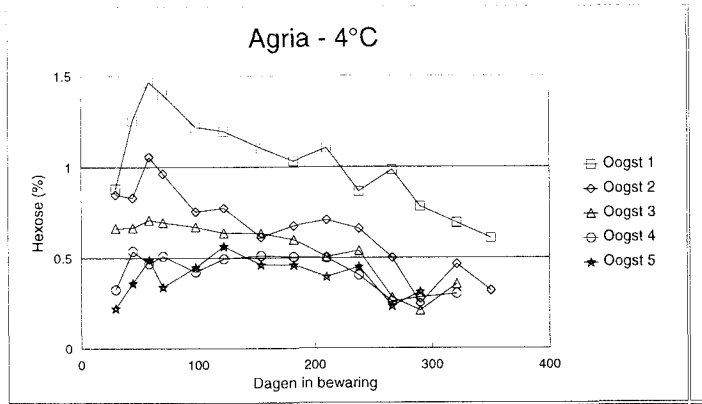
Bijlage 4

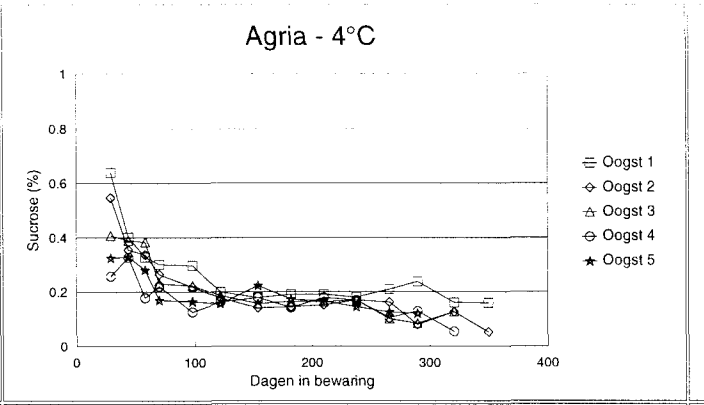
Bewaargegevens 1996-1997 van de constante temperaturen 4, 5, 6, 8 en 14°C en de temperatuurregimes 14-4-14, 14-6-14 en 14-8-14°C

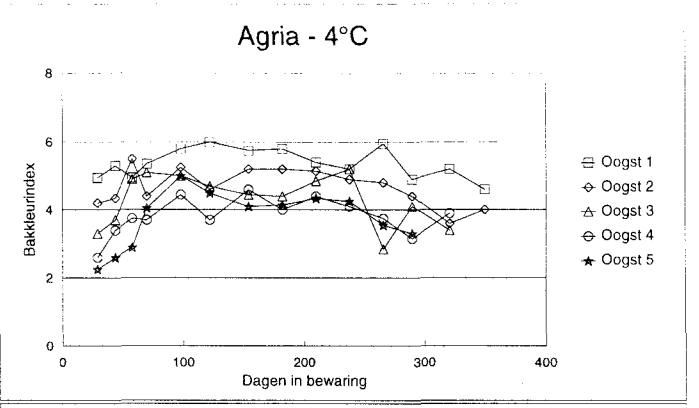
Agria
Asterix
Aziza
Turbo

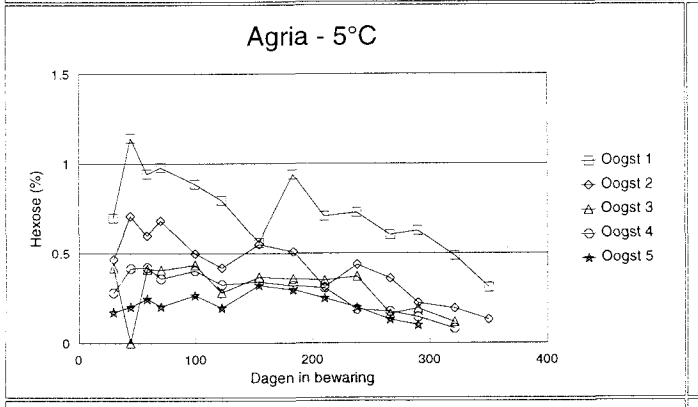
Turbo

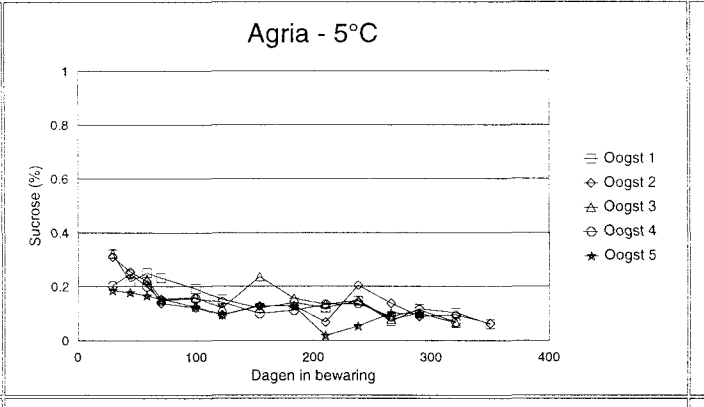
Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit rapport mag worden gebruikt, vermeerderd of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

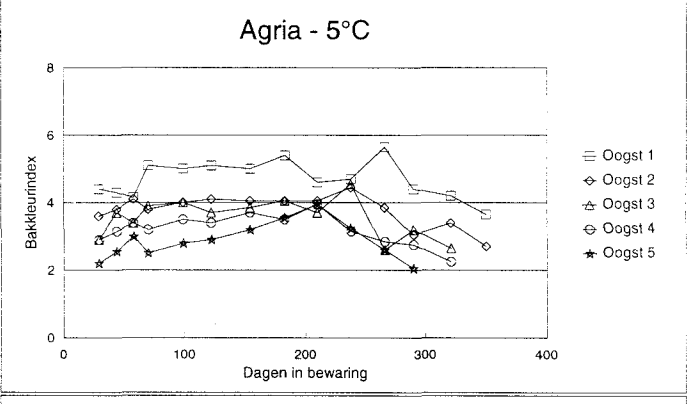

Agria - 4°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

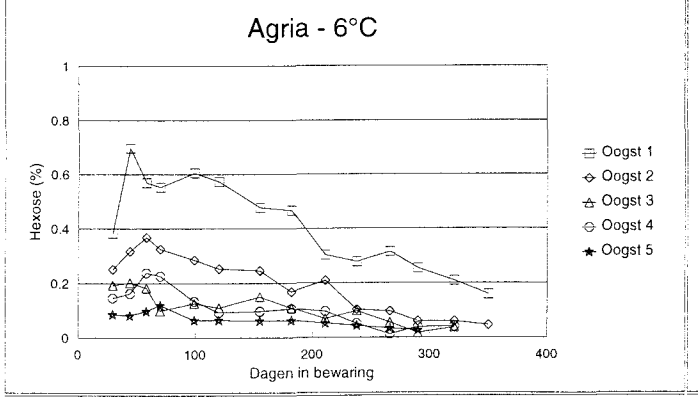

Agria - 4°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

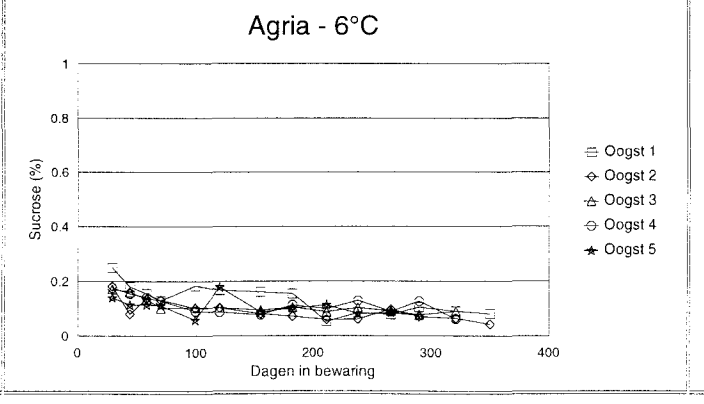

Agria - 4°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

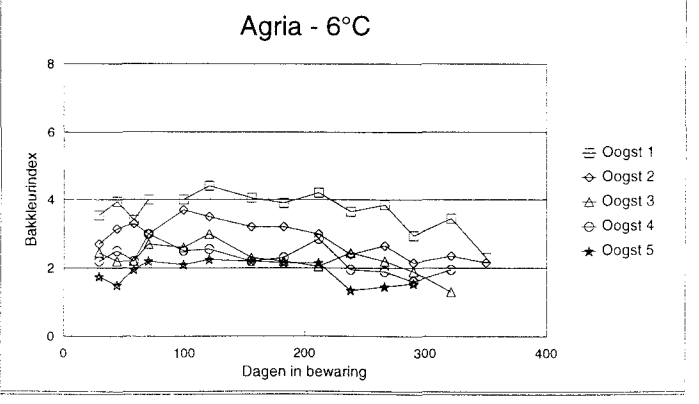

Agria - 5°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

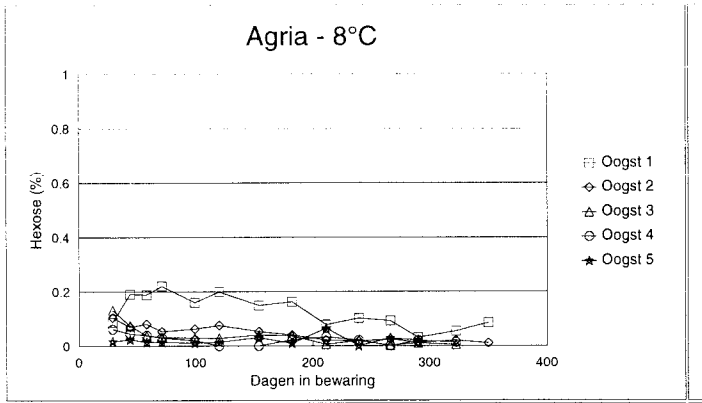

Agria - 5°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

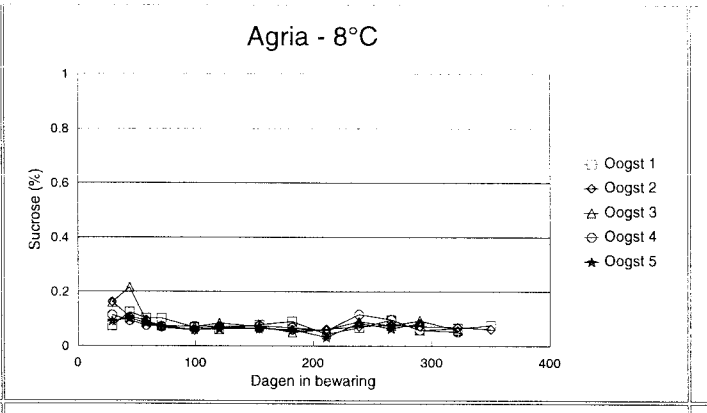

Agria - 5°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

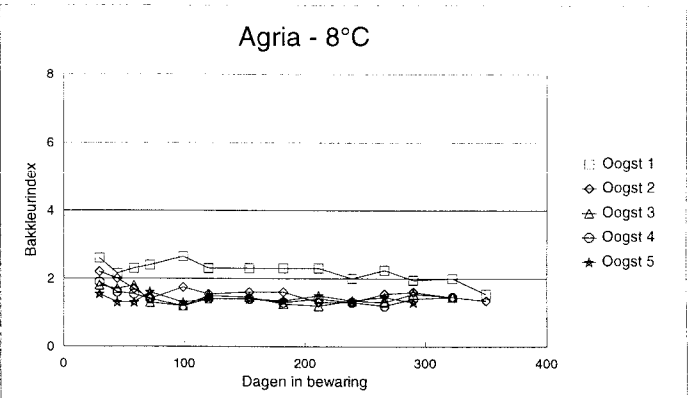

Agria - 6°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

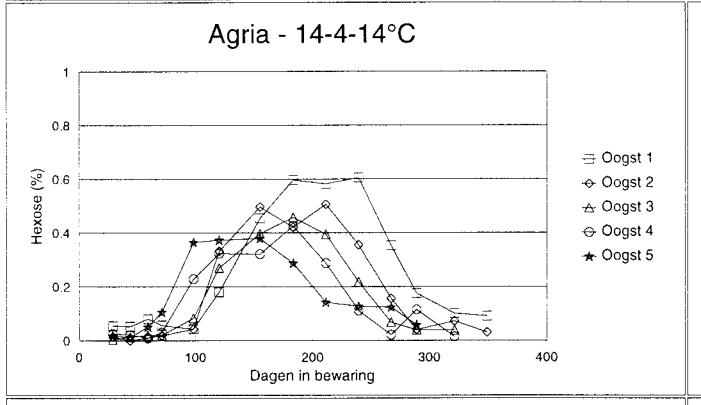

Agria - 6°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

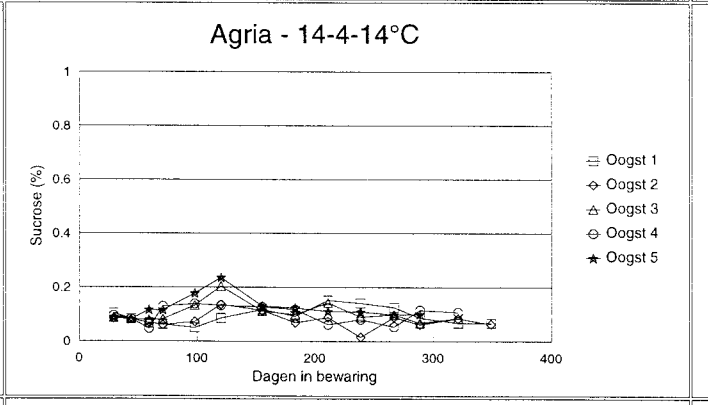

Agria - 6°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

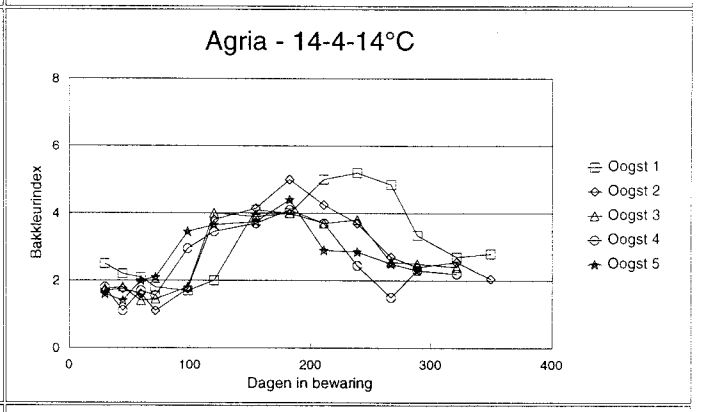

Agria - 8°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

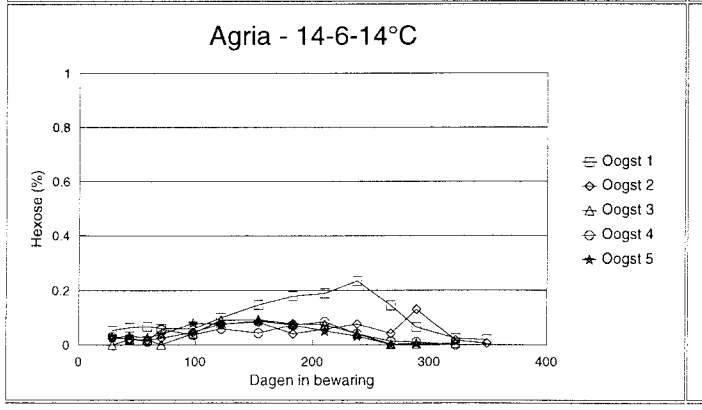

Agria - 8°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

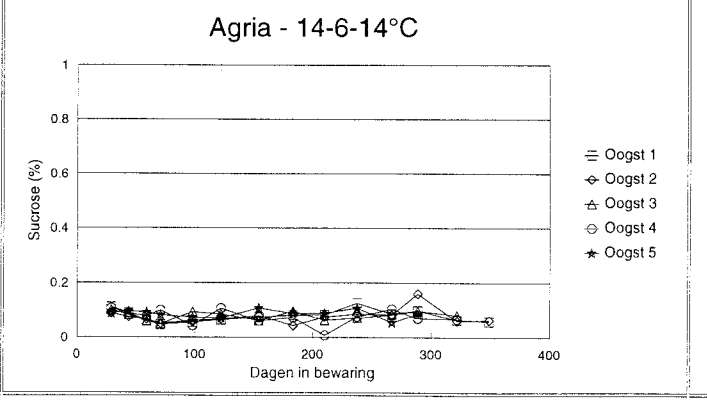

Agria - 8°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

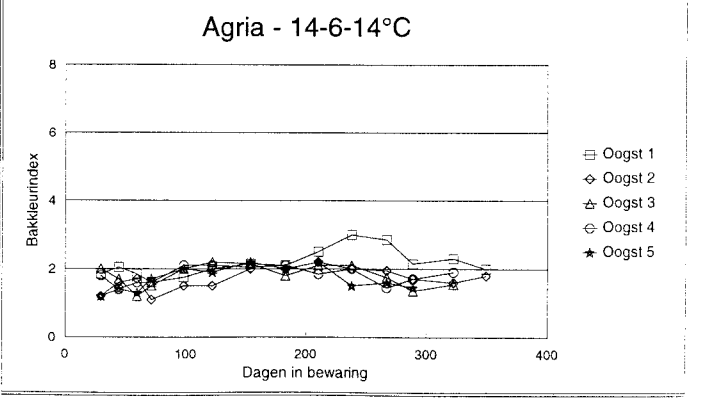

Agria - 14-4-14°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

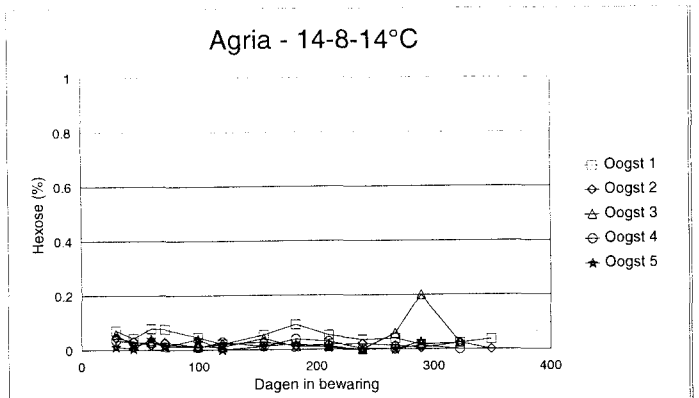

Agria - 14-4-14°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

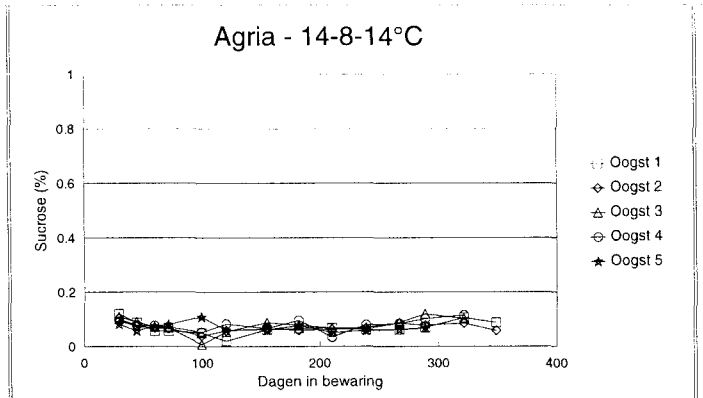

Agria - 14-4-14°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

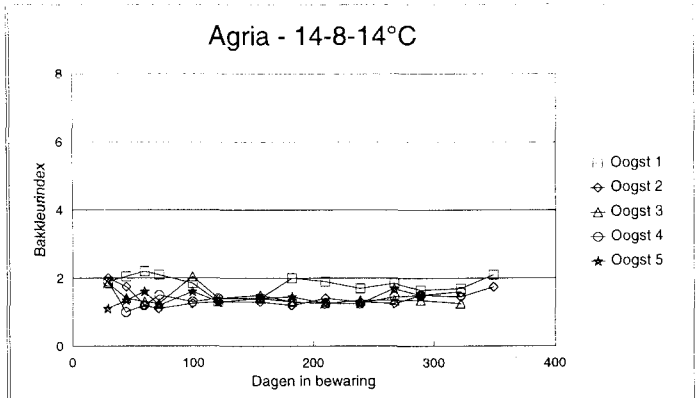

Agria - 14-6-14°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

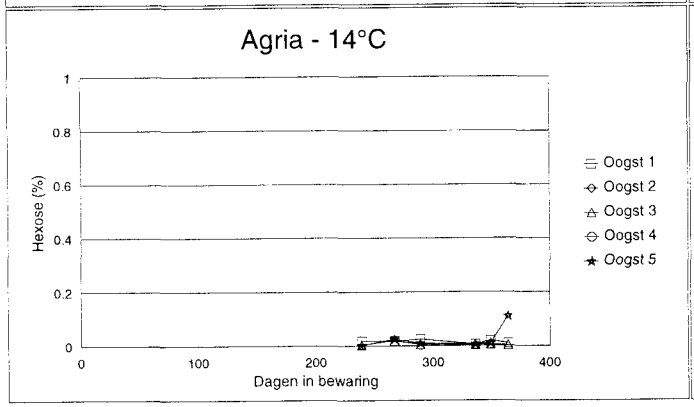

Agria - 14-6-14°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

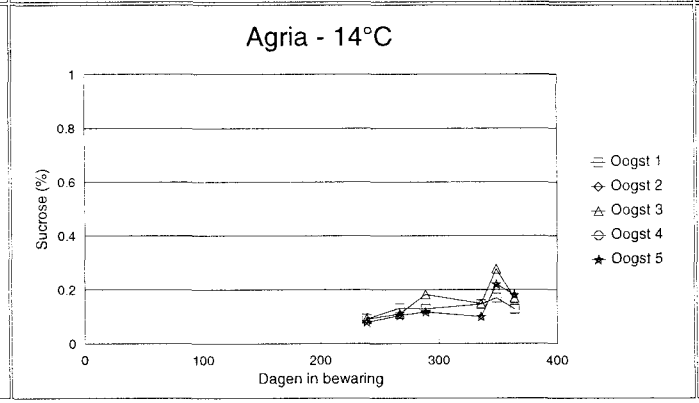

Agria - 14-6-14°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

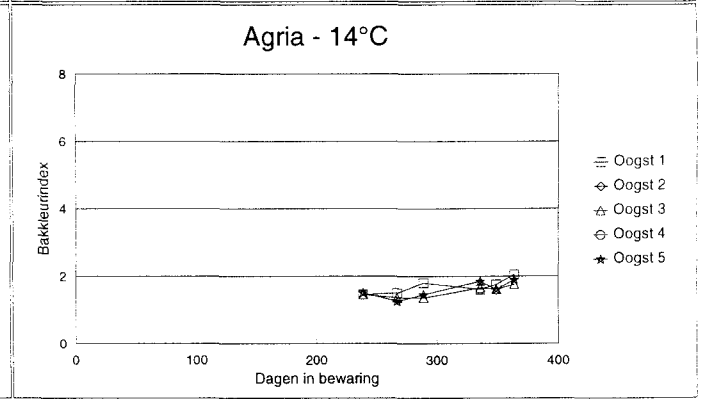

Agria - 14-8-14°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

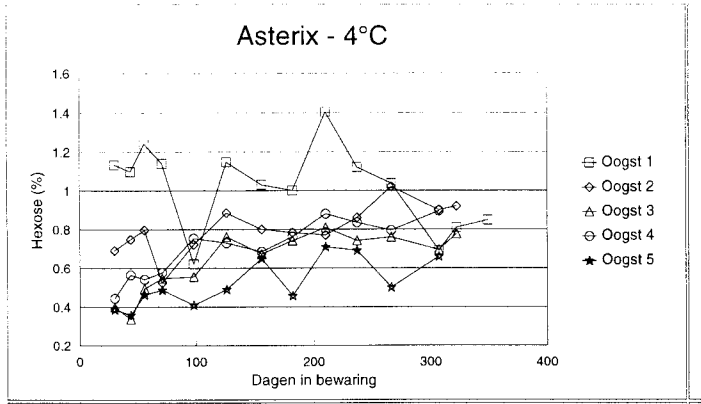

Agria - 14-8-14°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

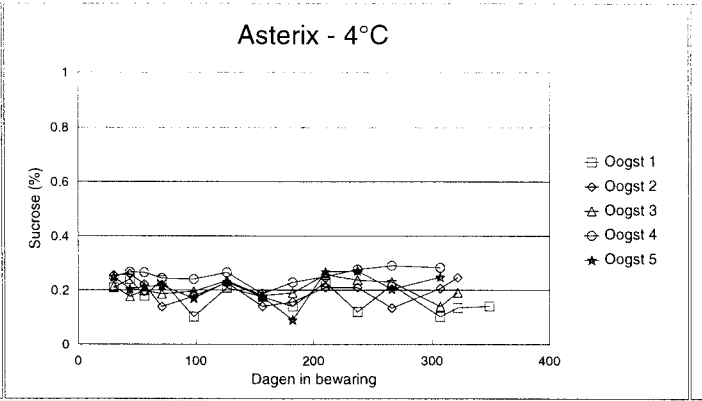

Agria - 14-8-14°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

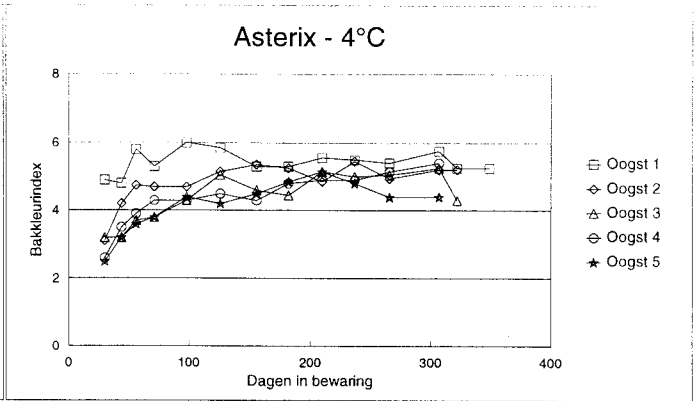

Agria - 14°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

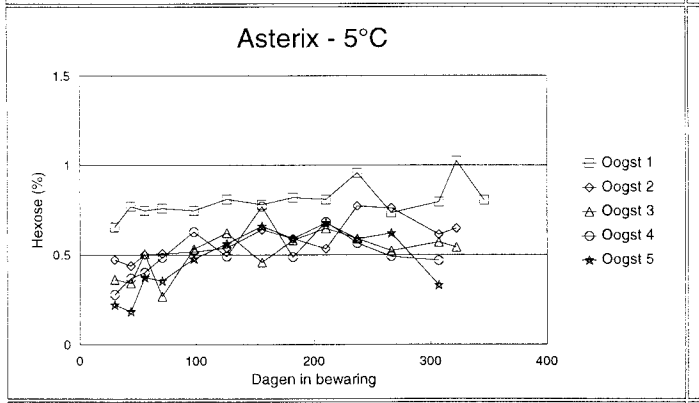

Agria - 14°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

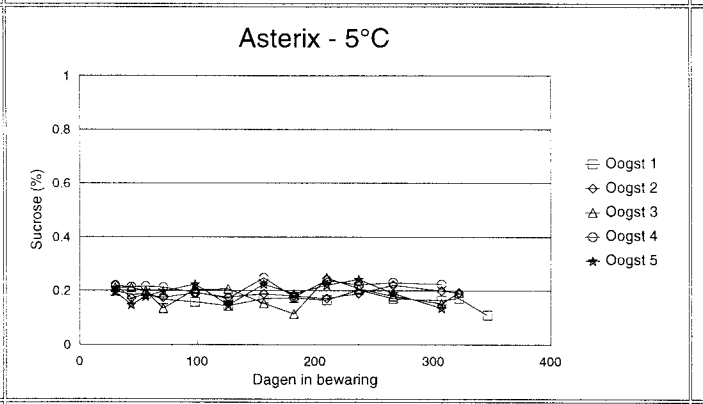

Agria - 14°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

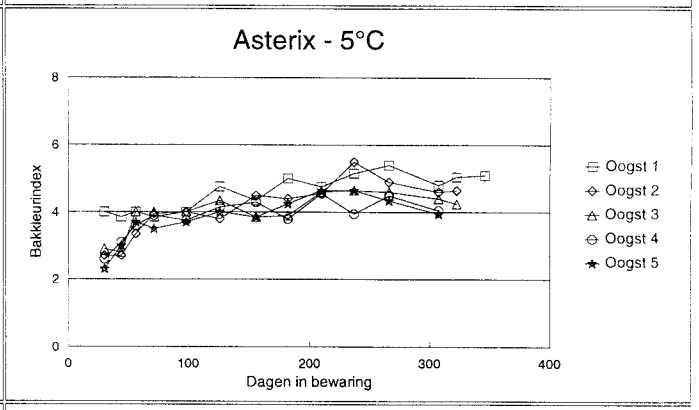

Asterix - 4°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

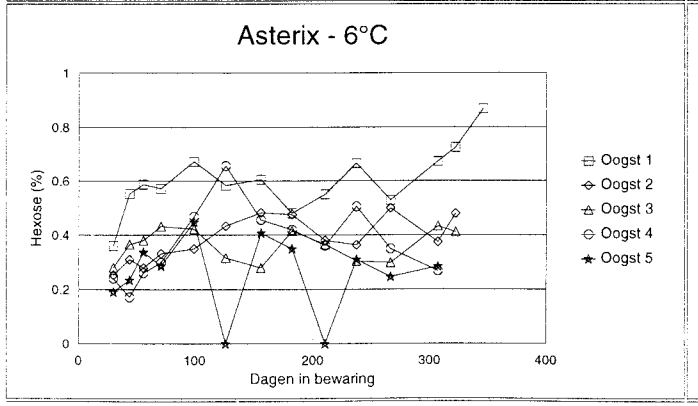

Asterix - 4°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

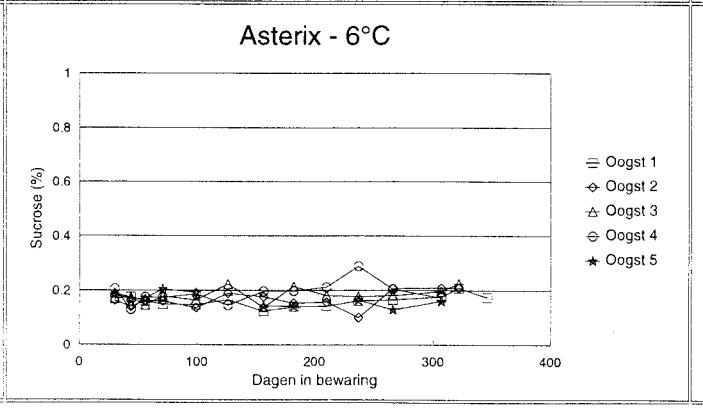

Asterix - 4°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

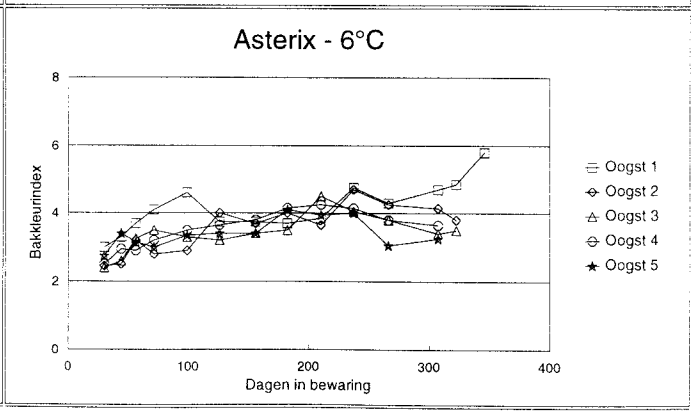

Asterix - 5°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

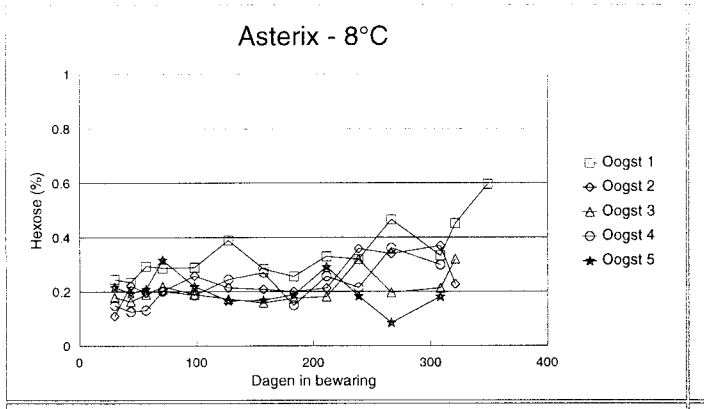

Asterix - 5°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

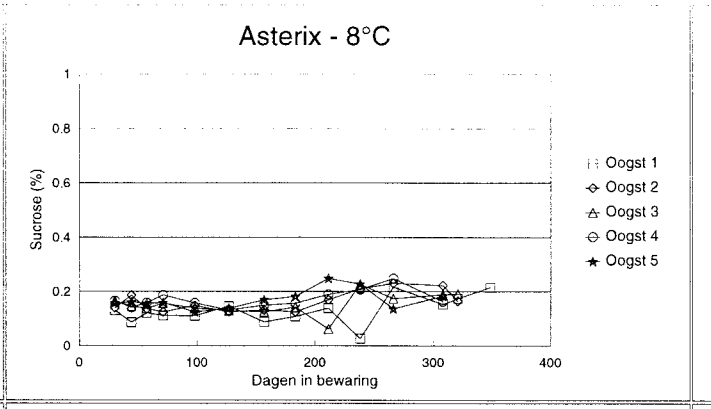

Asterix - 5°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

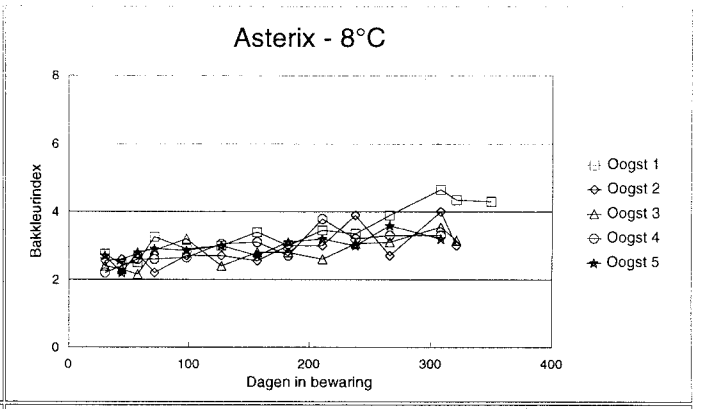

Asterix - 6°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

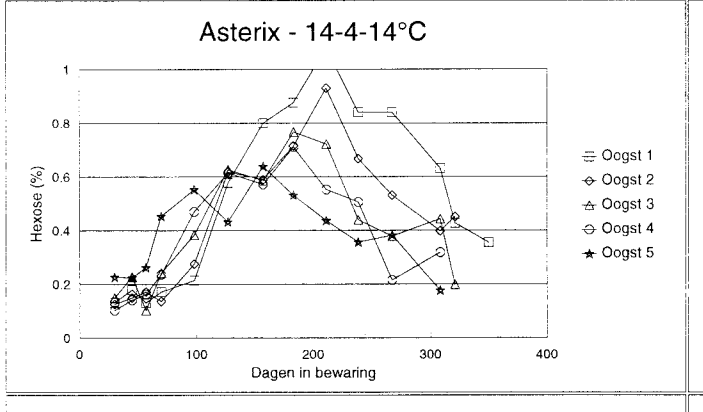

Asterix - 6°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

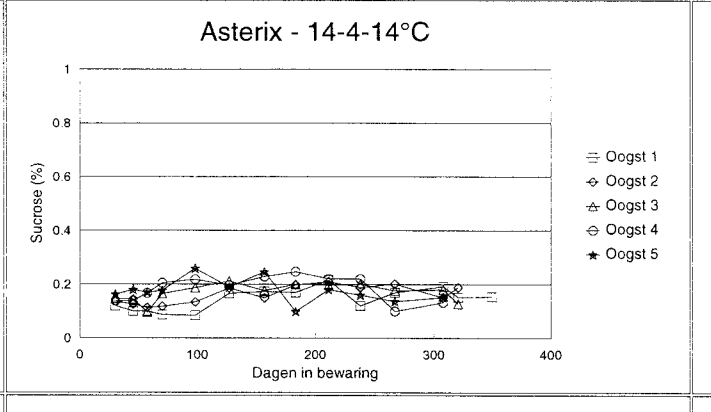

Asterix - 6°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

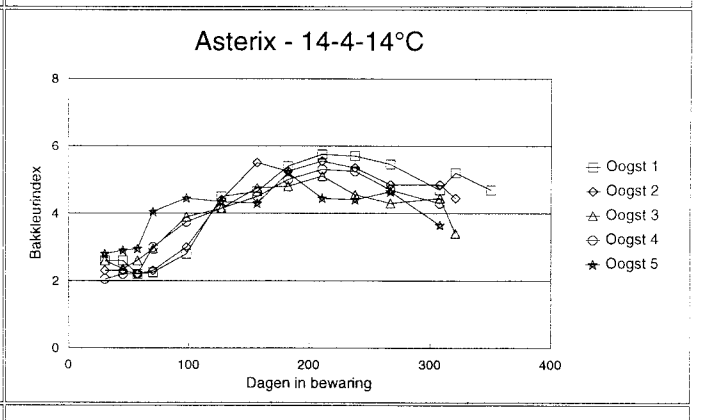

Asterix - 8°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

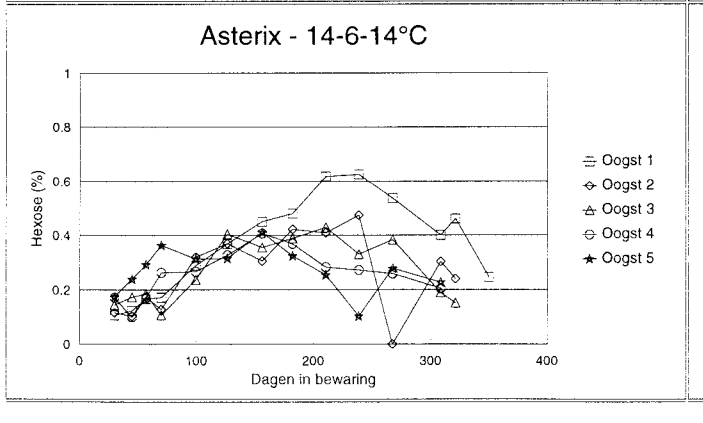

Asterix - 8°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

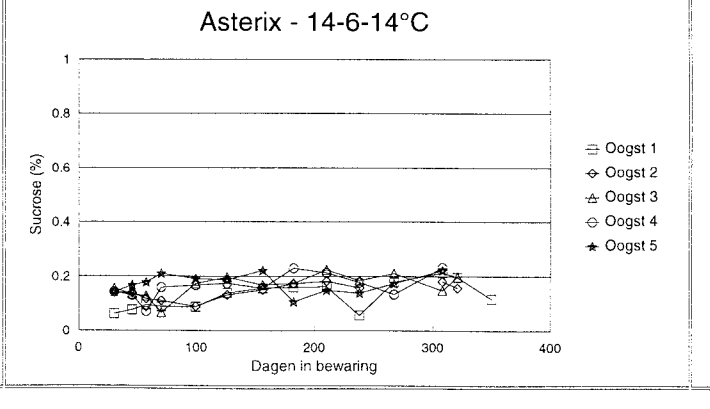

Asterix - 8°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

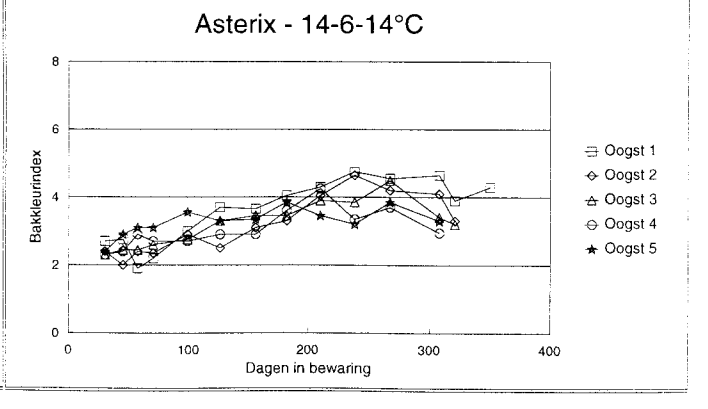

Asterix - 14-4-14°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

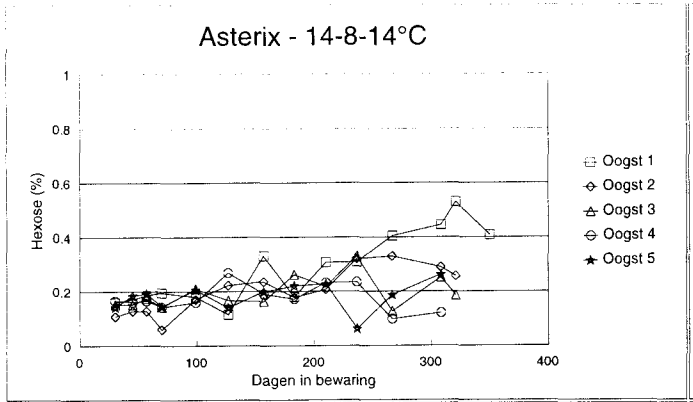

Asterix - 14-4-14°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

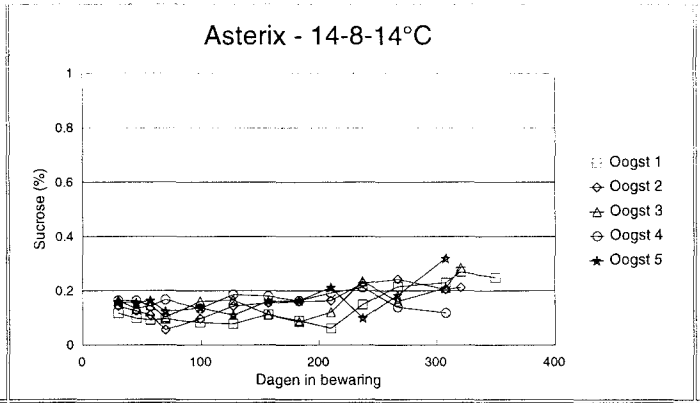

Asterix - 14-4-14°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

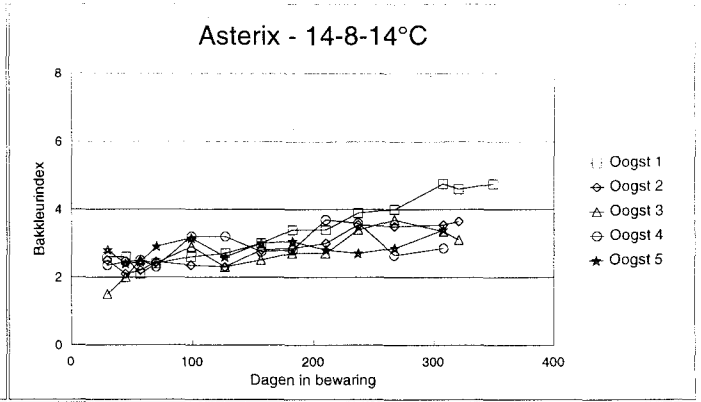

Asterix - 14-6-14°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

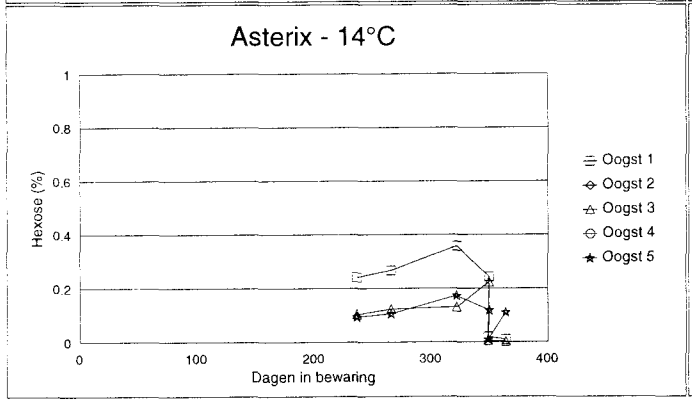

Asterix - 14-6-14°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

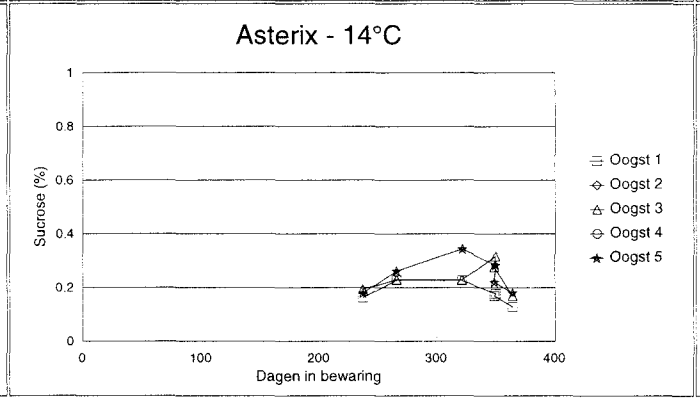

Asterix - 14-6-14°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

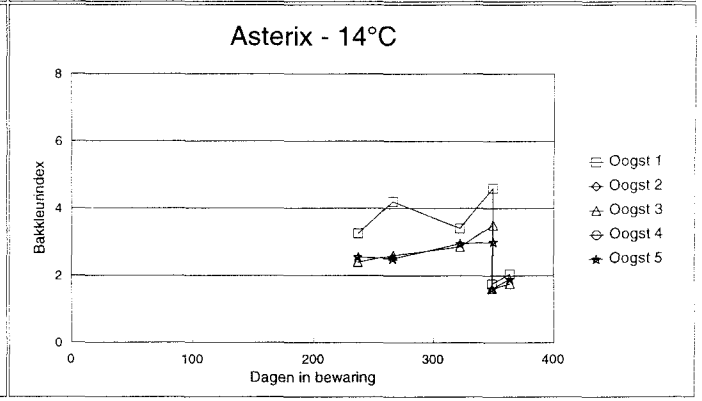

Asterix - 14-8-14°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

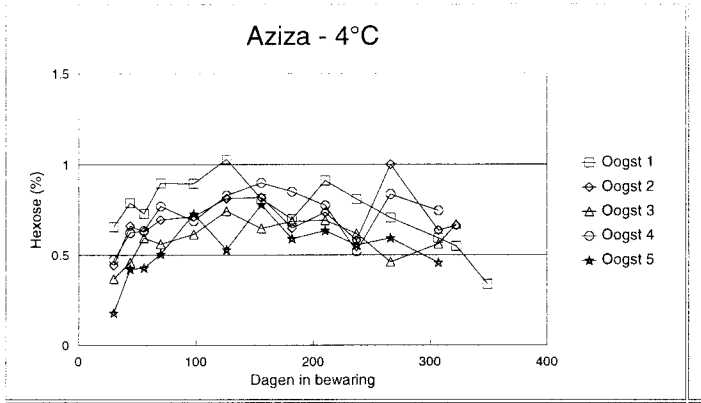

Asterix - 14-8-14°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

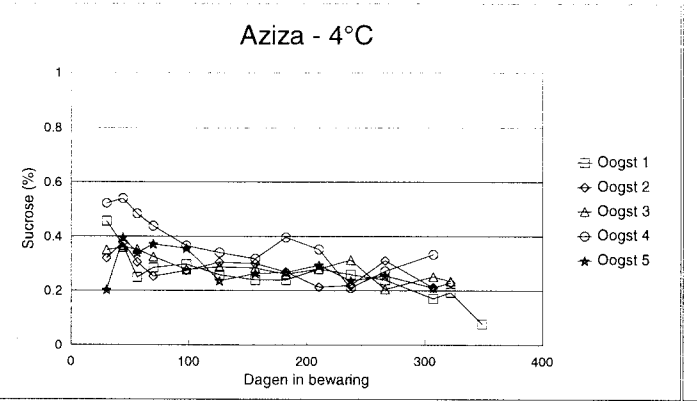

Asterix - 14-8-14°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

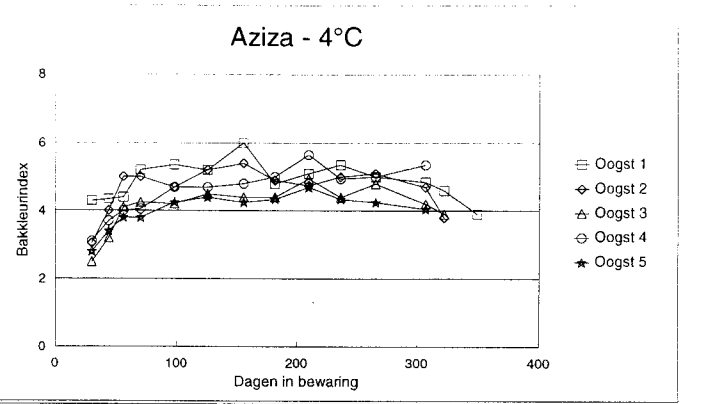

Asterix - 14°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

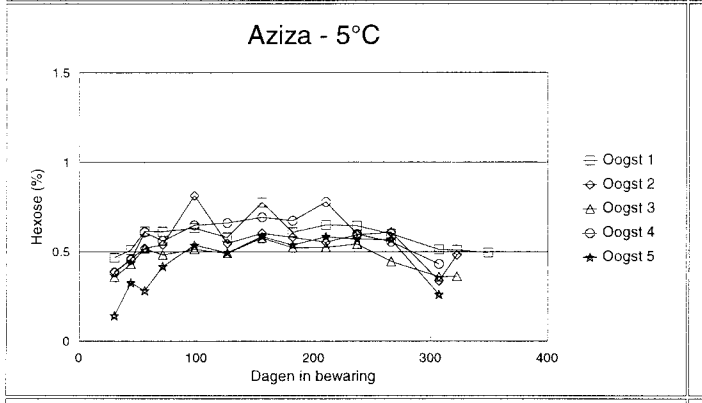

Asterix - 14°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

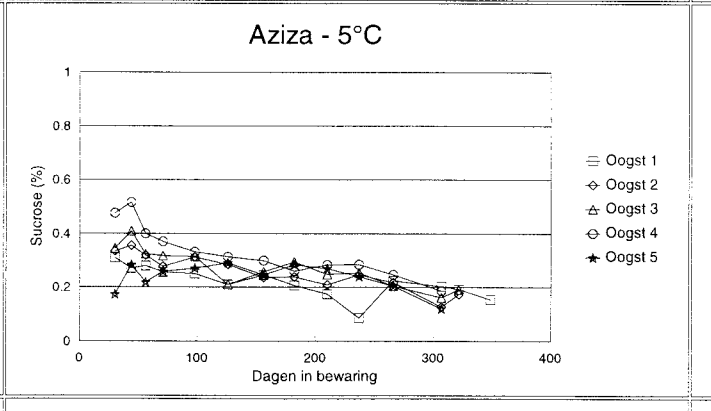

Asterix - 14°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

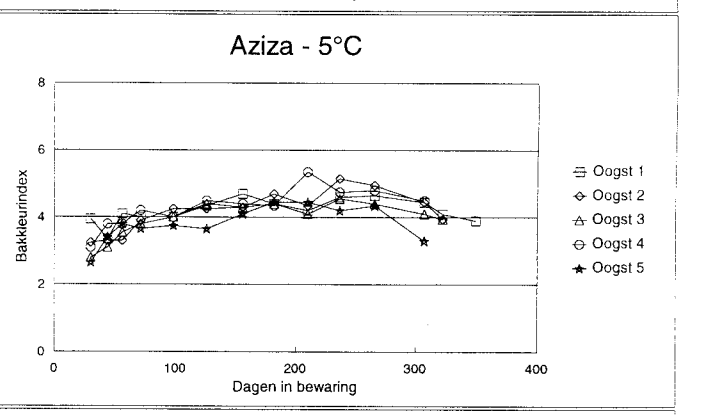

Aziza - 4°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

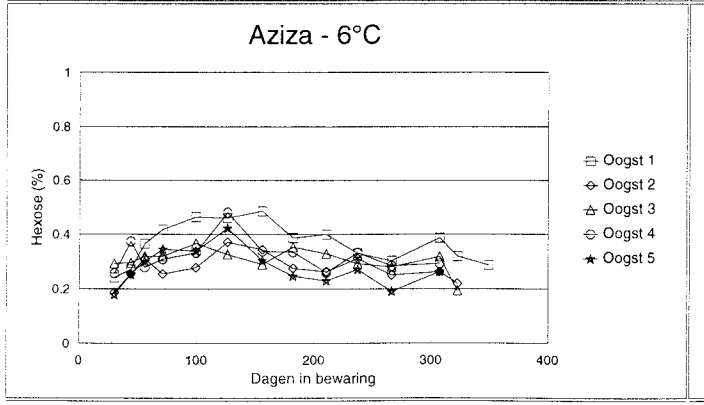

Aziza - 4°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

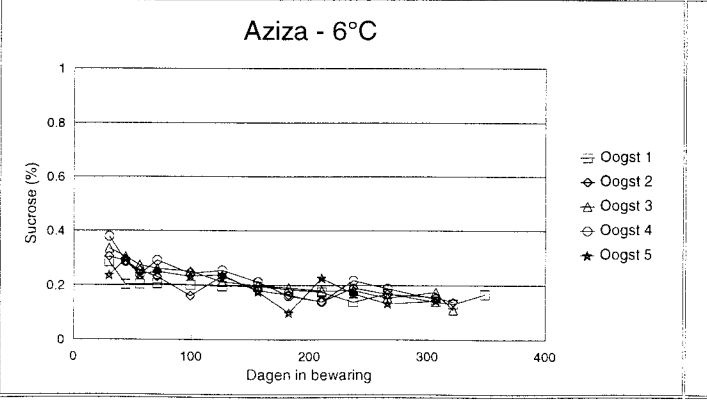

Aziza - 4°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

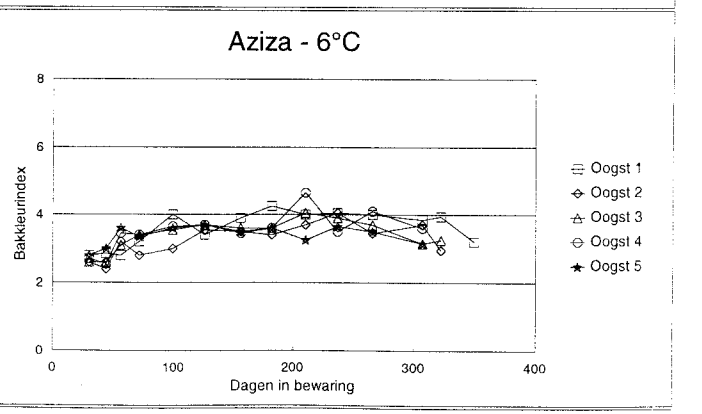

Aziza - 5°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

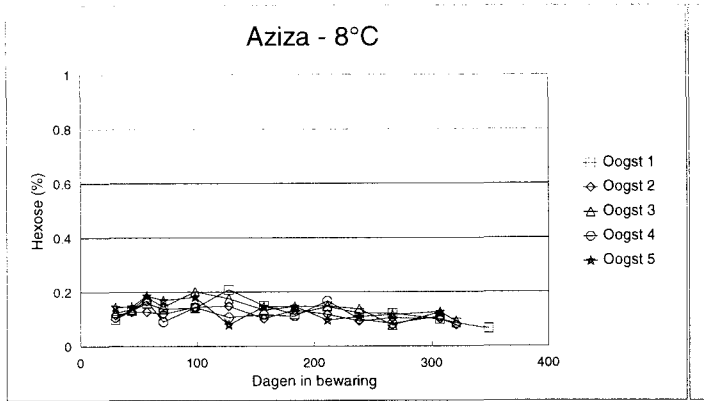

Aziza - 5°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

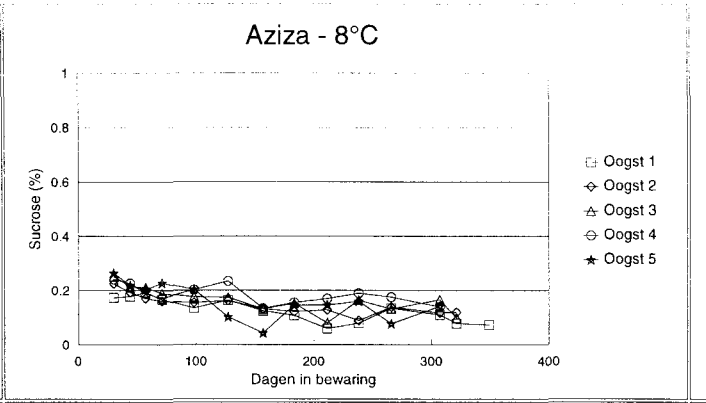

Aziza - 5°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

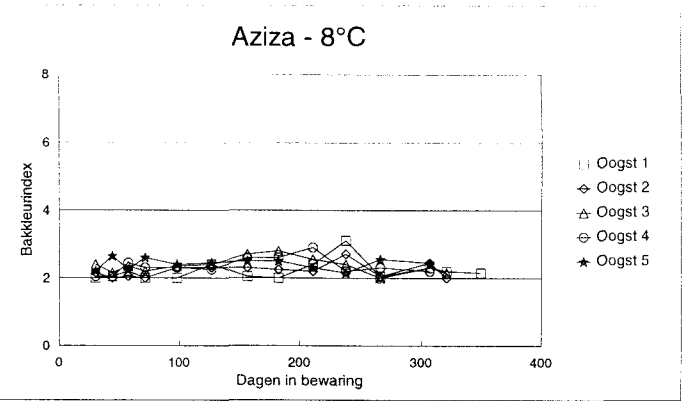

Aziza - 6°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

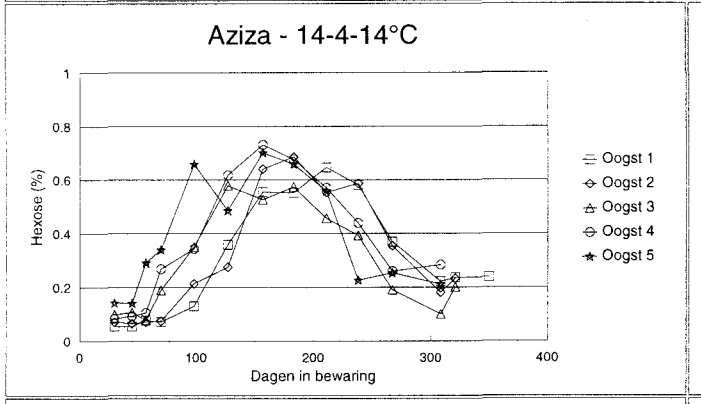

Aziza - 6°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

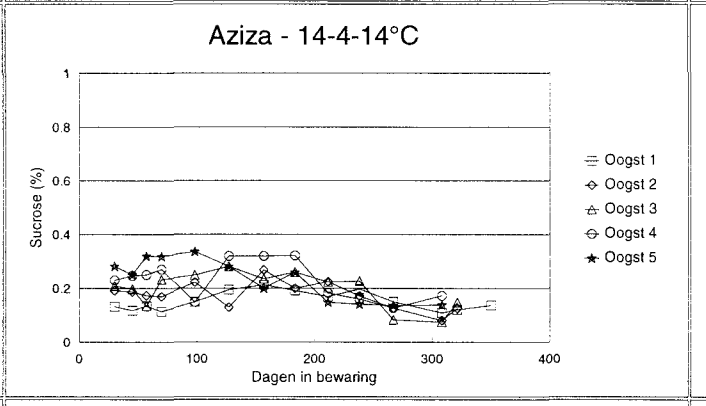

Aziza - 6°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

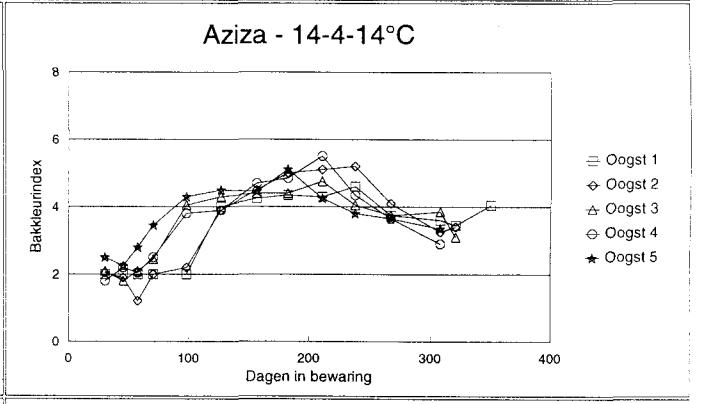

Aziza - 8°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

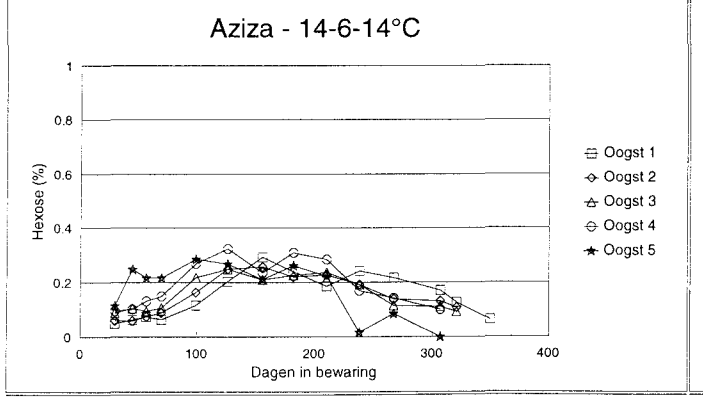

Aziza - 8°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

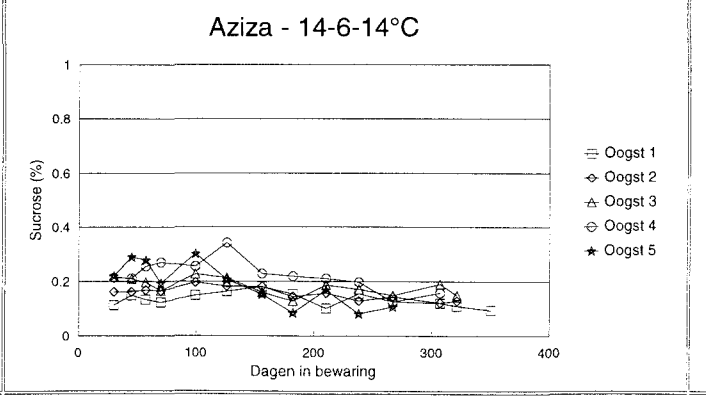

Aziza - 8°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

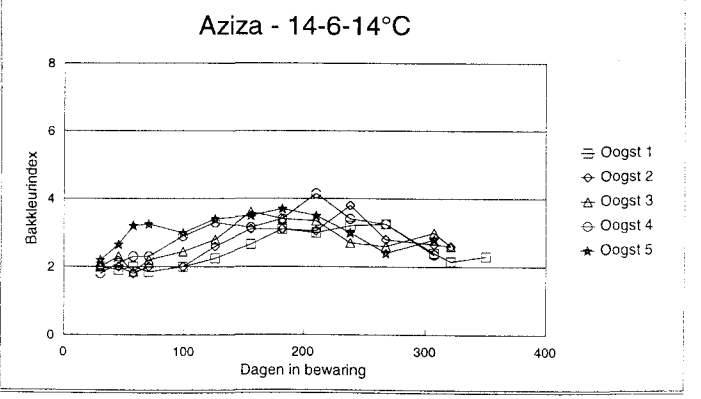

Aziza - 14-4-14°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

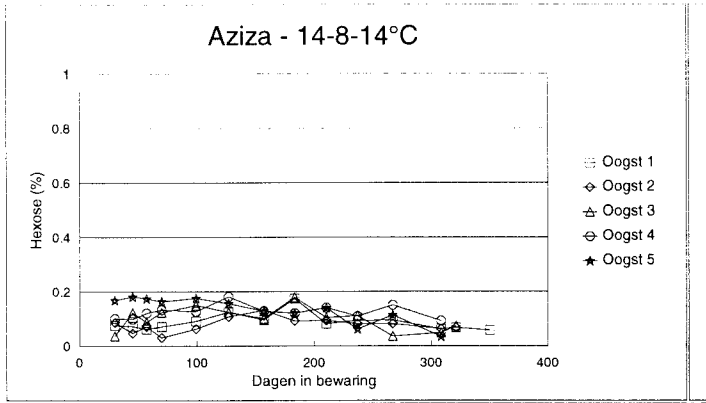

Aziza - 14-4-14°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

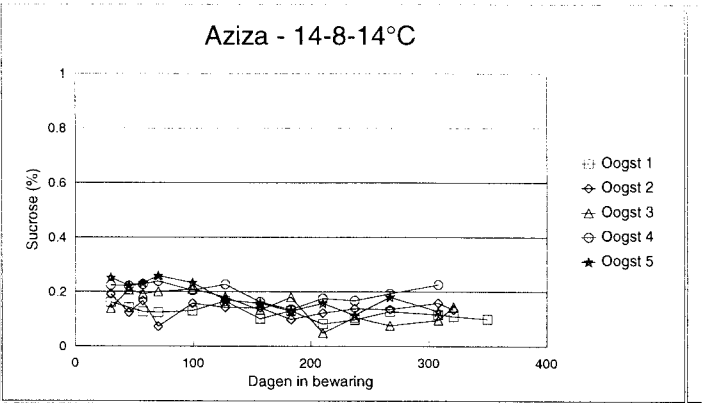

Aziza - 14-4-14°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

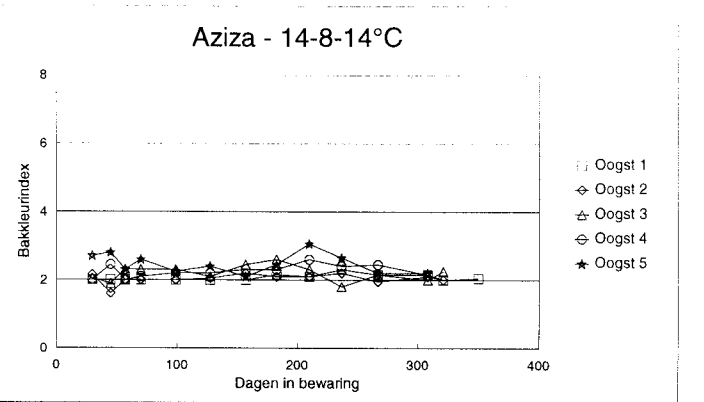

Aziza - 14-6-14°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

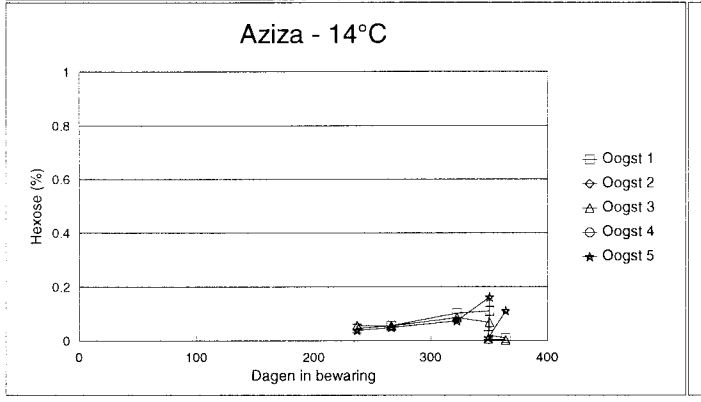

Aziza - 14-6-14°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

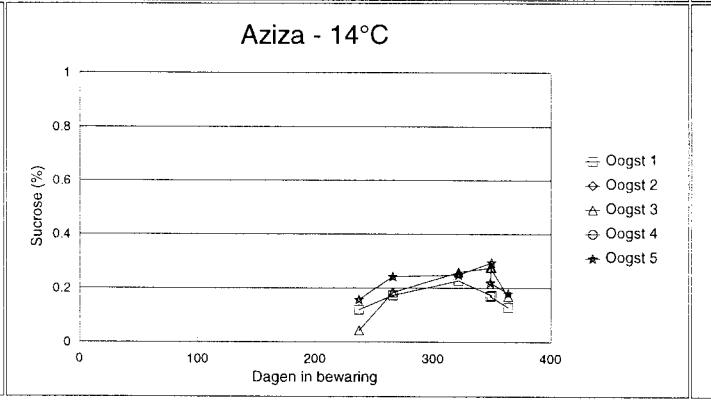

Aziza - 14-6-14°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

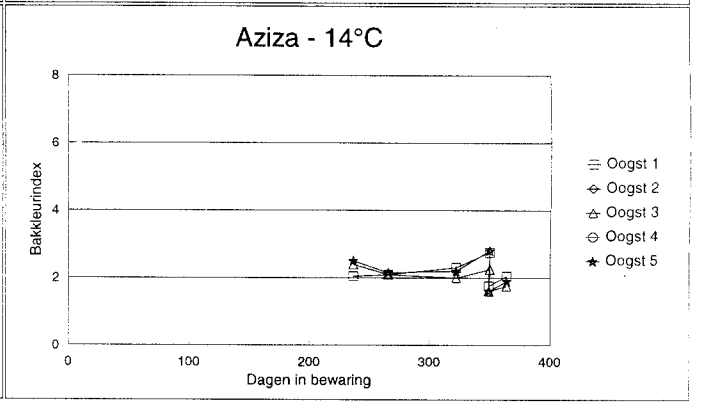

Aziza - 14-8-14°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

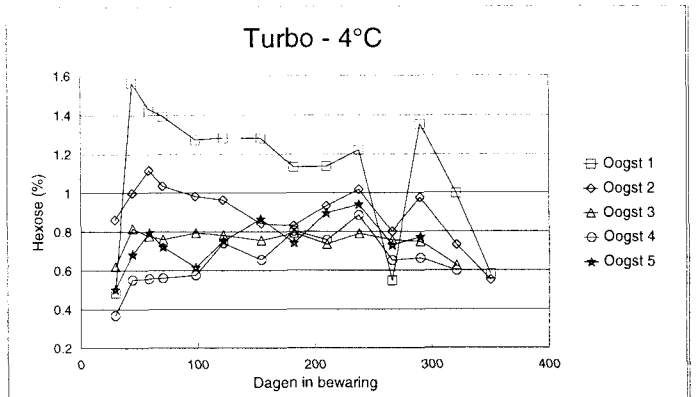

Aziza - 14-8-14°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

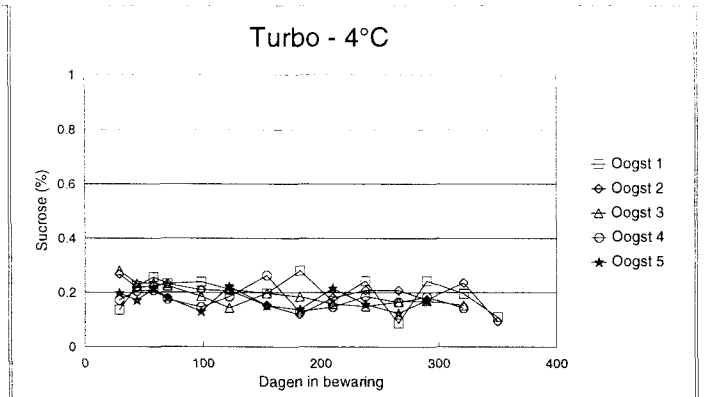

Aziza - 14-8-14°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

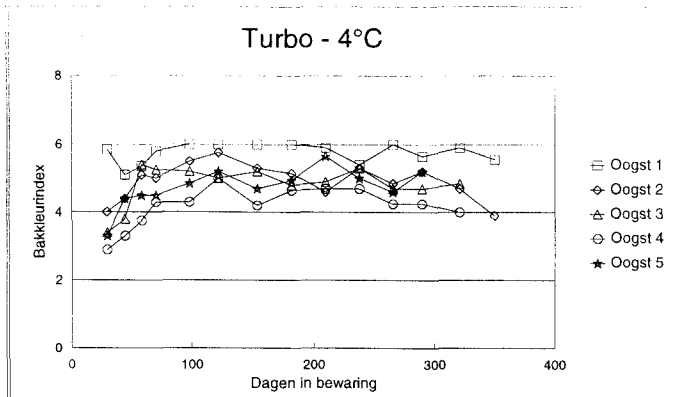

Aziza - 14°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

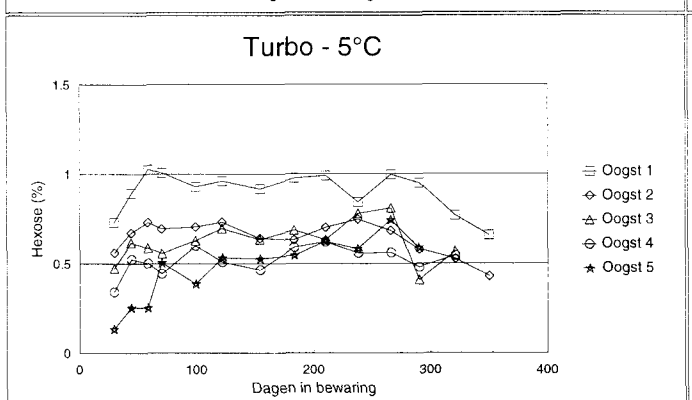

Aziza - 14°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

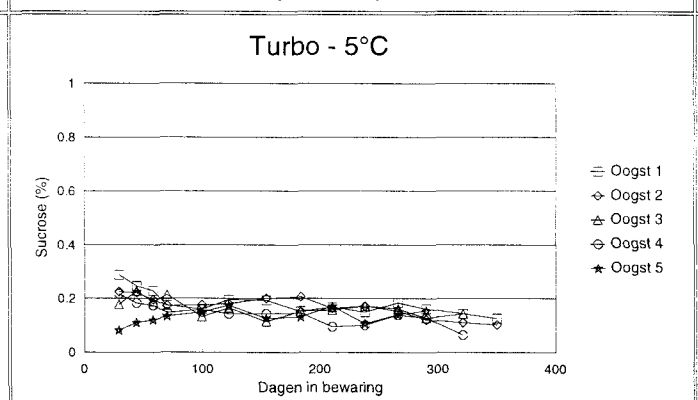

Aziza - 14°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

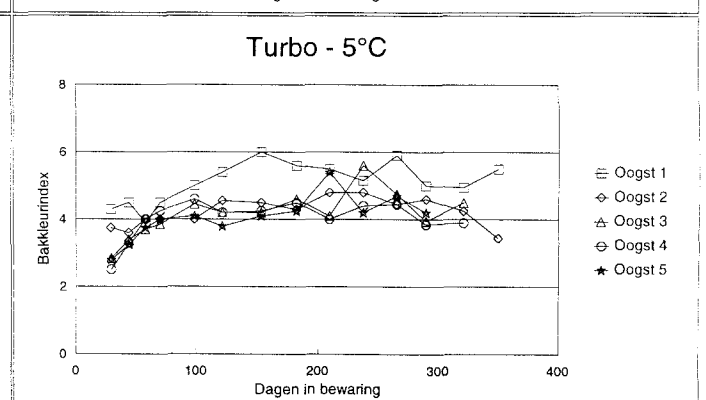

Turbo - 4°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

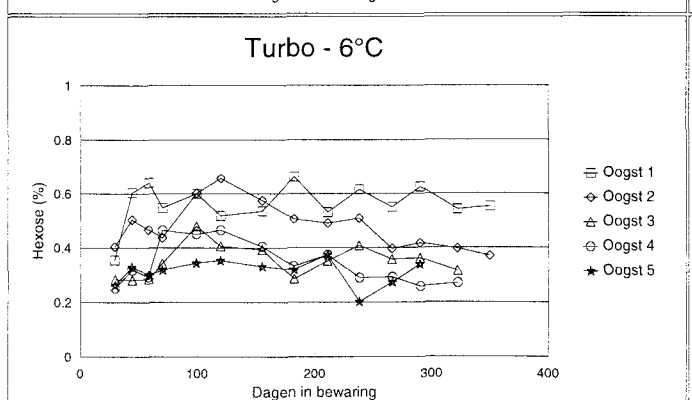

Turbo - 4°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

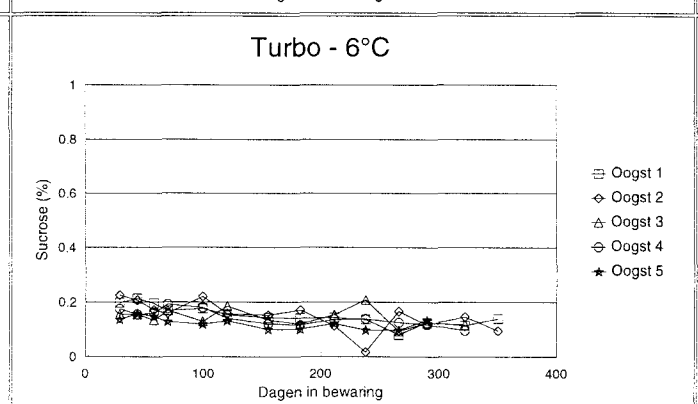

Turbo - 4°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

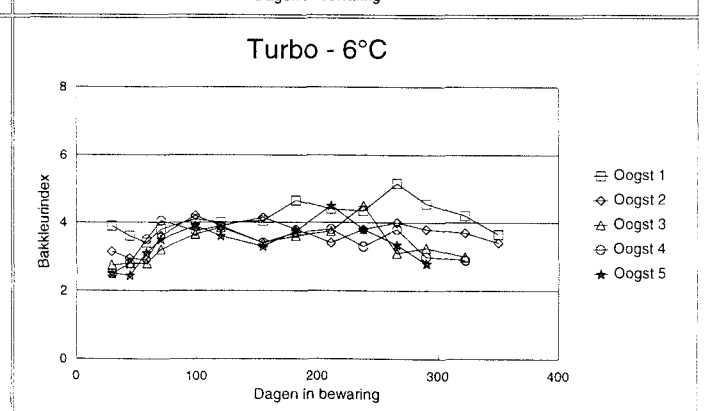

Turbo - 5°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

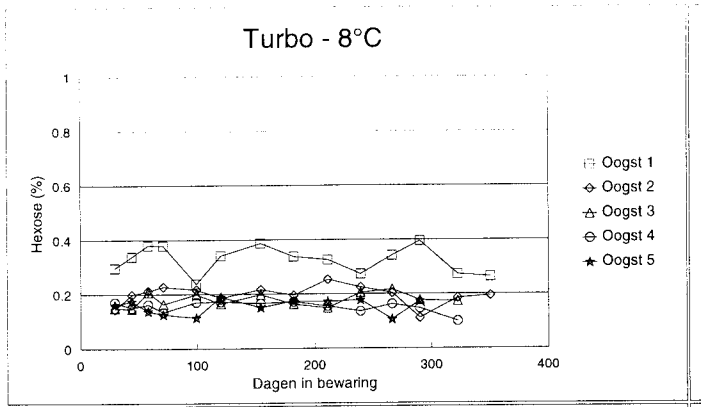

Turbo - 5°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

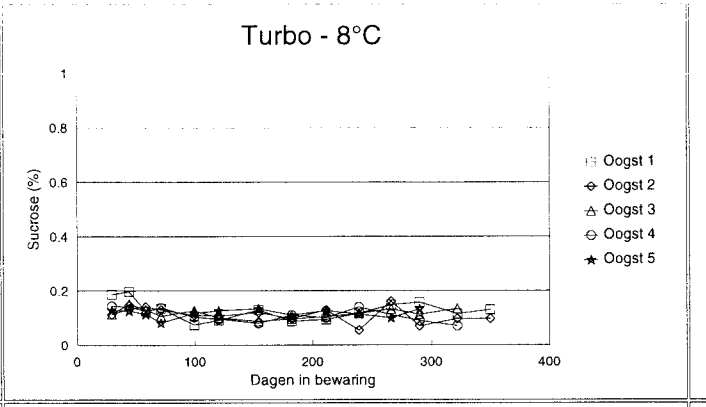

Turbo - 5°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

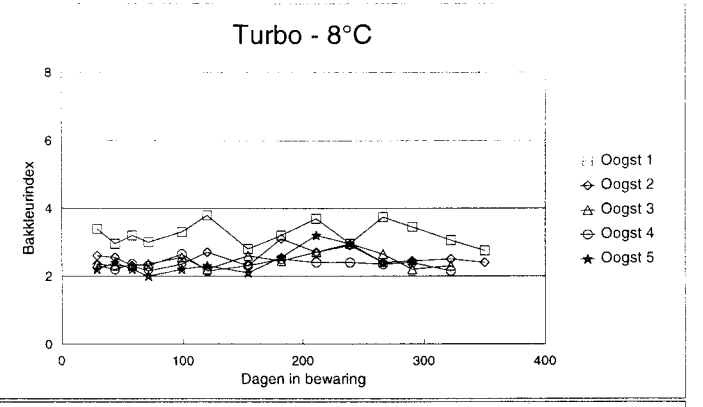

Turbo - 6°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

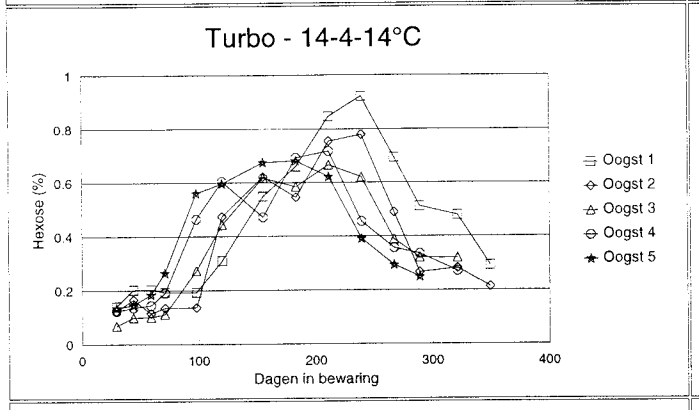

Turbo - 6°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

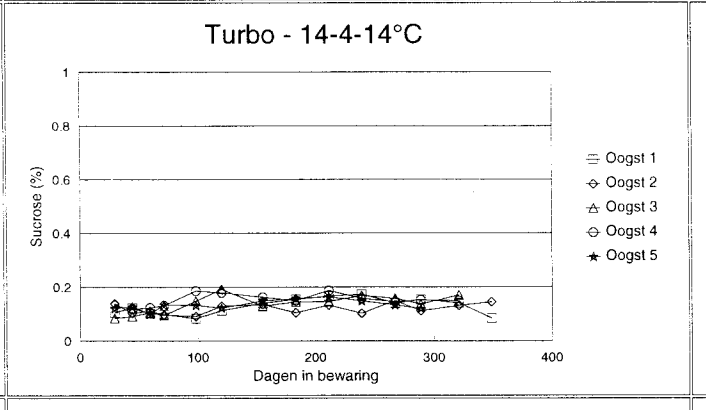

Turbo - 6°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

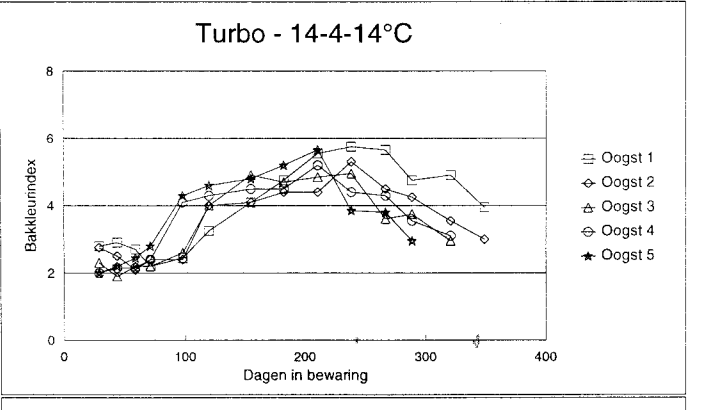

Turbo - 8°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

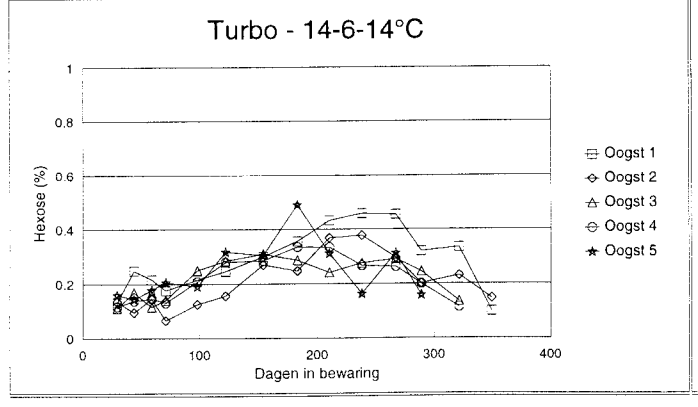

Turbo - 8°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

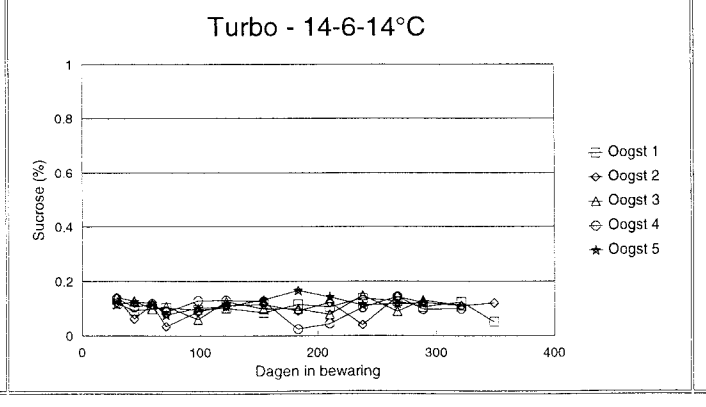

Turbo - 8°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

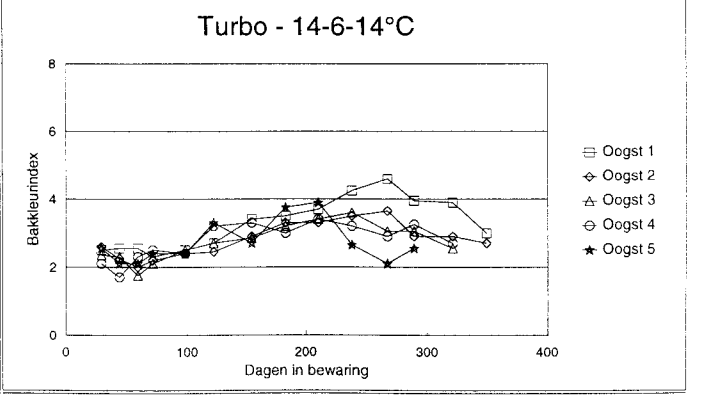

Turbo - 14-4-14°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

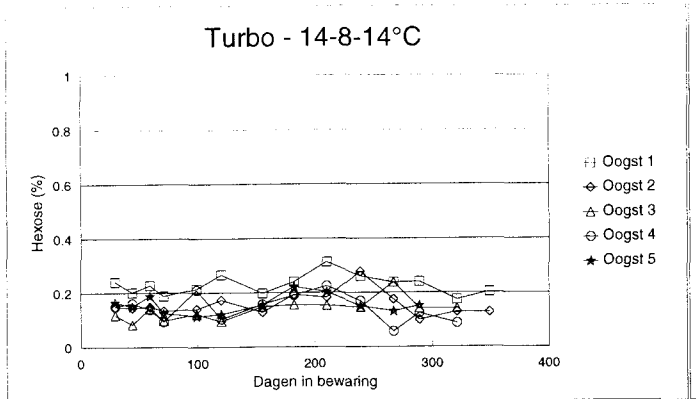

Turbo - 14-4-14°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

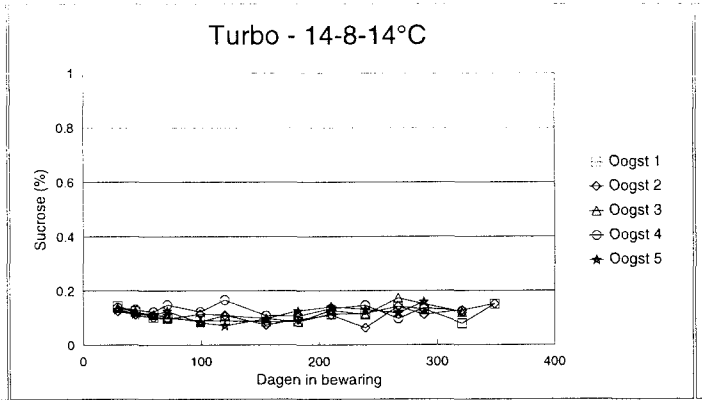

Turbo - 14-4-14°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

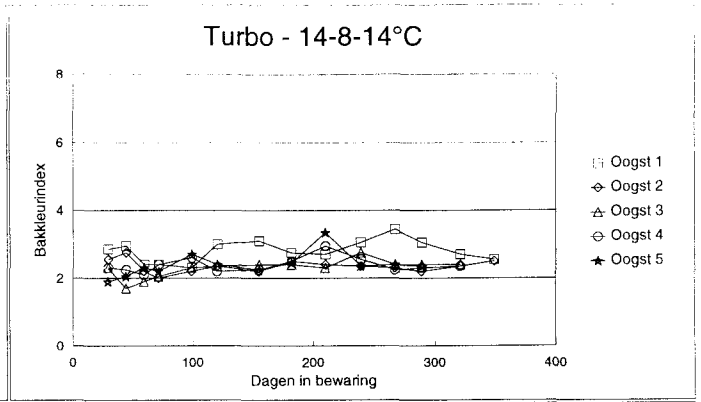

Turbo - 14-6-14°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

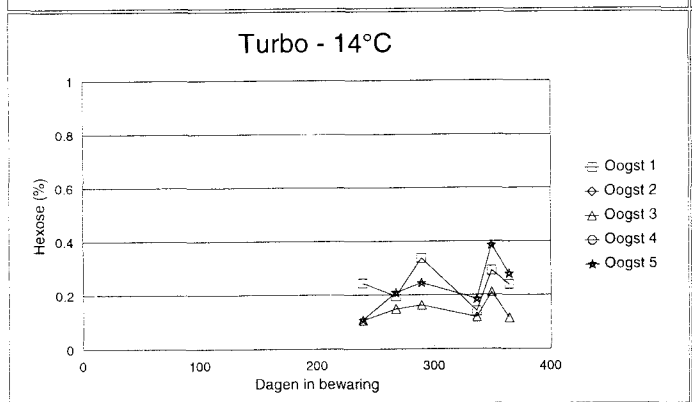

Turbo - 14-6-14°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

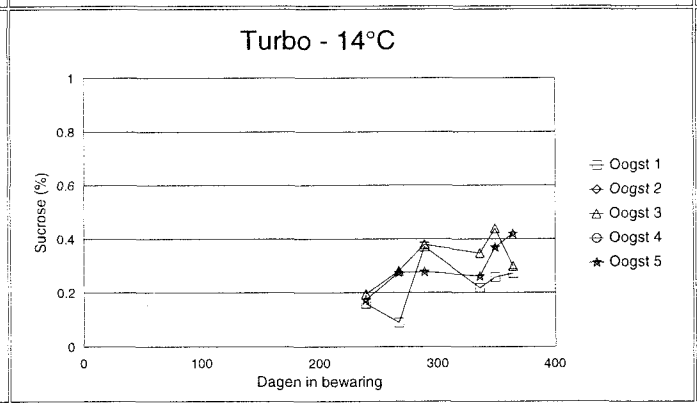

Turbo - 14-6-14°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5

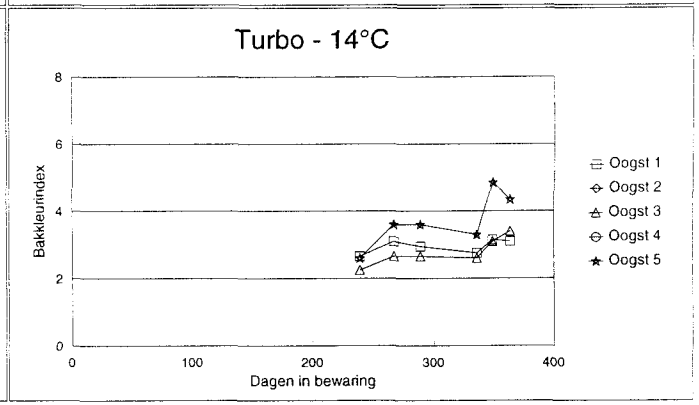

Turbo - 14-8-14°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5


Turbo - 14-8-14°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5


Turbo - 14-8-14°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5


Turbo - 14°C
Hexose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5


Turbo - 14°C
Sucrose (%)
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5


Turbo - 14°C
Bakkleurindex
Dagen in bewaring
Oogst 1
Oogst 2
Oogst 3
Oogst 4
Oogst 5