

7818

Product-gestuurde bewaar technologie

Voortgangsrapport over de periode september
1997 tot maart 1998

Drs. S.P. Schouten

Vertrouwelijk

ato-dlo





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

voortgangsrapport project "product-gestuurde
bewaartechnologie" over de periode september
1997 tot maart 1998

VERTROUWELIJK

drs. S.P. Schouten

**Agrotechnologisch
Onderzoek Instituut**

Eigendom van ATO-DLO. Niets uit dit voorstel mag worden gebruikt, vern eerdere of gedistribueerd zonder schriftelijke toestemming van ATO-DLO.

2225581

Inhoudsopgave	Pagina
1. Inhoudelijke vorderingen	3
1.1 Productonderzoek algemeen	3
1.2 Fermentatie onderzoek	3
1.2.1 Ethanolgehalte in weefsel en omgeving	3
1.3 Vergelijkingen ULO met DCS	3
1.3.1 Onderzoek Jonagold	3
1.3.2 Onderzoek Elstar in de praktijk	4
1.3.3 Ulo en dcs voor leliebollen	5
1.3.3.1 Onderzoek met leliebollen 1997	5
1.3.3.2 Onderzoek met leliebollen 1998	5
1.3.4 Spitskool	6
1.4 Ethanol- en acetaldehyde sensor	6
2. Vorderingen ten opzichte van planning en doelstelling	8
3. Bestede en verwachte inzet collectiviteit	9
4. Gemaakte en verwachte kosten	10
5. Realisatie van mijlpalen, aanvragen om octrooi	11
6. Wijzigingen in het onderzoek	12
7. Knelpunten	13
8. Aanvullend en/of nieuw onderzoek	14
9. Conclusie met betrekking tot haalbaarheid van de doelstelling	15

1. Inhoudelijke vorderingen

1.1 Productonderzoek algemeen

Het project "Product-gestuurde bewaartechnologie" beoogt de ontwikkeling van een nieuw ULO-(Ultra Low Oxygen)bewaarsysteem met de laagst mogelijke zuurstofconcentratie, waarbij behoud van productkwaliteit maximaal wordt verondersteld. Dit is mogelijk door productreacties bijv. de toename in ethanolproductie bij overgang van de normale ademhaling naar fermentatie te gebruiken voor regeling van het zuurstofgehalte. Het project beoogt een DCS (Dynamic Control System) voor de langdurige bewaring van hard fruit, koolsoorten en bloembollen.

Voorwaarden voor een DCS zijn onder andere, dat de producten bestand zijn tegen een zekere mate van fermentatie en dat er voordelen zijn ten opzichte van huidige systemen. Onderzoek werd verricht op beide punten.

1.2 Fermentatie onderzoek

1.2.1 Ethanolgehalte in weefsel en omgeving

Van alle producten, die in het fermentatieonderzoek werden onderzocht tot nu toe (Cox's O.P. Schone van Boskoop, Elstar, Conference, spitskool, spruitkool, witte kool, tulpen- en leliebollen) werden weefselmonsters geanalyseerd op de alcoholconcentratie. Er bleek sprake van een vrijwel lineaire toename van het ethanolgehalte in het weefsel van alle onderzochte producten. De uit de luchtmetingen berekende ethanol producties vertoonden eveneens een vrijwel lineaire toename. Dit betekent, dat een meting van het ethanolgehalte in de lucht (in een doorstromingsituatie) een goed idee levert over het ethanolgehalte in het weefsel van het betreffende product.

1.3 Vergelijkingen ulo met dcs

1.3.1 Onderzoek Jonagold

Het onderzoek met Jonagold was qua opzet gelijk aan het onderzoek dat eerder met Elstar werd uitgevoerd. Een toevoeging is, dat nu ook onderzocht wordt of het mogelijk is DCS condities te combineren met CO₂ verhoging. Van de vier in het project deelnemende veilingen werden monsters ontvangen van twee oogsttijdstippen (normaal en laat). Deze werden per oogst bewaard in ATO containers bij 1 tot 2°C in ULO (1.2% O₂ met en zonder 4% CO₂) en onder DCS condities (LMOC met en zonder 4% CO₂). Dit levert een experiment, waarin 16 containers (twee oogsten, vier condities en twee herhalingen) in twee cellen nodig zijn. De proef werd gestart op 6 november, nadat de late oogst van de laatste herkomst geleverd was.

De daling van het zuurstofgehalte werd voorzichtig uitgevoerd: na het snel bereiken van 1.2% O₂ werd het setpoint voor zuurstof 0.1% per twee dagen lager gesteld. Gebleken is inmiddels, dat evenals in het vorig seizoen de appels in dit bewaarsysteem moeilijk tot alcohol productie overgaan. Pogingen met extra pure N₂ injecties dit te verhelpen, gaven geen volledig soelaas.

Op dit moment zijn de eerste monsters uit de containers genomen voor analyse van de kwaliteit.

1.3.2 Onderzoek Elstar in de praktijk

De resultaten met Elstar in het bewaarcontainer onderzoek op het ATO waren zeer gunstig in het seizoen 1996/1997. Daarom werd besloten in het seizoen 1997/1998 een proef met Elstar in een praktijkcel op de veiling Geldermalsen uit te voeren. Het onderzoek houdt een vergelijking in van Elstar bewaard bij standaard ULO condities (2.5% CO₂ + 1.2% O₂) met DCS condities in twee cellen. In beide cellen worden monsters van acht herkomsten Elstar bewaard. Gepland zijn drie uitslagen (eind november, half februari en eind april) en twee daarvan hebben inmiddels plaatsgevonden. De bewaking van de cellen gebeurde op de gebruikelijke manier aangevuld met analyses van het alcoholgehalte in de lucht. Deze analyses werden door het ATO verricht. De resultaten tot nu toe zijn als volgt.

Ethanolgehalte

Nadat het zuurstofgehalte op de gebruikelijke manier naar 1.2% was gebracht, werd dit in de DCS cel verder verlaagd met de eigen ademhaling en wel in een laag tempo. Per 2 dagen werd het setpoint van de zuurstof met 0.1% verlaagd. Tot ongeveer 0.25% O₂ werd geen ethanol in de lucht aangetroffen. Dit was wel het geval in appels van het eerste monster appels (kleine monsters appels werden in netzakjes achter het luik van de cel geplaatst). Dit probleem bleek na onderzoek weinig te maken te hebben met wegvang van alcohol op de verdampers, het houten fust en de koolzuurscrubber. Het probleem werd ondervangen door een monster van 40 appels in een kleine gasdichte metalen container in de cel te brengen en deze continu met cellucht te doorstromen. Een voorziening aan de buitenkant van de cel maakte het mogelijk de containerlucht te bemonsteren. De appels in de container bleken meetbare hoeveelheden alcohol te produceren, waardoor regeling van het O₂ gehalte op deze manier mogelijk werd.

Stevigheid en kleur

Stevigheid leverde bij de eerste uitslag, direct uit de cel, een wisselend beeld. Na de nabewaring (zeven dagen 1-2°C plus tien dagen 18°C) bleken de appels uit de DCS cel iets steviger te zijn gebleven. Dit beeld werd bij de tweede uitslag t opnieuw versterkt aangetroffen. De kleur leverde bij de eerste uitslag geen verschillen op.

Smaak

De DCS appels bleken bij de eerste uitslag na de nabewaring gemiddeld iets steviger en zuurder, iets minder zoet en aromatisch, waardoor de ULO appels uiteindelijk iets beter werden beoordeeld. Na de tweede uitslag plus de nabewaar periode bleken de DCS appels gemiddeld iets steviger, zuurder en aromatischer dan de ULO appels, die wat zoeter werden gevonden. Hierdoor werden de DCS appels gemiddeld beter beoordeeld. Bij de eerste uitslag werden in de DCS appels iets vaker een afwijkende smaak gevonden. Dit bleek na de uitstalperiode echter volledig verdwenen. Bij de tweede uitslag werd een afwijkende smaak even vaak bij ULO als bij DCS aangetroffen.

Afwijkingen en rotontwikkeling

Bruinverkleuring van het vruchtvlees kwam sporadisch voor en was gelijkelijk verdeeld over ULO en DCS evenals rot. Schilvlekjes bleken meer op ULO appels dan op DCS vruchten voor te komen.

De voorlopige conclusie uit dit nog lopende onderzoek is, dat het kwaliteitsbeeld vooralsnog overeenkomt met het eerder uitgevoerde onderzoek en daardoor als steun voor DCS kan worden beschouwd. Een voorlopige tegenvaller is, dat ethanol zich in de vruchten ontwikkelde zonder dat we het in de bewaaratmosfeer konden meten. Aan dit punt wordt verdere aandacht besteed.

1.3.3 ULO en DCS voor leliebollen

1.3.3.1 Onderzoek met leliebollen 1997

Met leliebollen (Aziatische hybride: Cordelia en een Oriental: Star Gazer) werd ULO met DCS vergeleken bij 0-1°C in januari 1997. De bulk van de bollen werd op de gebruikelijke manier met turfmulm in plastic omhulling in kisten in de containers geplaatst. De monsters voor groei/bloei onderzoek werden op de kisten gelegd zonder deze beschermende verpakking. Voor Stargazer werd echter ook in turfmulm en plastic verpakt. De procedure van zuurstofverlaging was identiek als bij Jonagold appels en ook hier bleek het reeds bij andere producten gesignaleerde probleem met de productie van ethanol.

Eind april en eind juli 1997 werden monsters van alle objecten genomen en teruggebracht naar het CNB. Op de proeftuin te Zwaagdijk werden de bollen tot bloei gebracht. Het gewicht en de lengte van de planten werden bepaald evenals het aantal bloemen en afwijkingen.

De verschillen tussen DCS en ULO waren wel is waar gering, maar enkele tendensen werden niettemin opgemerkt. De planten uit de DCS-bewaarde Stargazers bleken over het geheel genomen iets meer (als goed beoordeelde) bloemen te produceren. De planten waren ook iets langer en zwaarder. Dit bleek ook voor Cordelia het geval; de planten uit deze bollen waren voor de ULO en DCS bewaring echter gelijk qua lengte en gewicht.

De bollen die werden bewaard in turfmulm en plastic vertoonden geen gewichtsverlies, terwijl de bollen zonder deze beschermende maatregelen gewichtsverliezen tot 15% hadden. Verrassend genoeg bleken de bollen met beschermende maatregelen geen betere planten of bloemen te produceren.

Enkele problemen hebben zich bij deze experimenten voorgedaan. De bewaring tot in december 1997 is niet gelukt door te veel kieming. De proef is daarom in augustus na overleg met het CNB geruimd. Een ander probleem bleek de grote verschillen in gewichtsverliezen bij Stargazer. In onderstaand vervolgonderzoek wordt met deze zaken rekening gehouden.

De voorlopige conclusie uit het onderzoek is, dat DCS voor leliebollen bewaring een belofte inhoudt, vooral met het oog op de bevordering van het aantal bloemen, dat uit de bollen kan worden geproduceerd.

1.3.3.2 Onderzoek met leliebollen 1998

In januari 1998 is opnieuw onderzoek gestart met Stargazer leliebollen. Er is voor dit type lelie gekozen, omdat deze de meeste bewaarproblemen veroorzaakt. Verder is er in dit onderzoek rekening gehouden met het feit, dat de standaard bewaarmethode voor lelies opslag in turfmulm in plastic bij -1°C is. In overleg met het CNB is daarom gekozen voor een experiment, waarbij DCS met enkele koolzuurconcentraties (0, 5 en 10%) vergeleken

wordt met luchtbewaring.

De bewaring vindt plaats in vier ATO bewaarcontainers, die elk gevuld werden met acht kisten bollen. De verlaging van de zuurstofspanning beneden 1% werd verricht door per twee dagen met 0.2% verder te verlagen. Opgemerkt werd, dat de bollen in tegenstelling tot het vorig seizoen snel tot ethanolproductie overgingen. De indruk is dat de grootste productie plaats heeft bij de hoogste concentratie koolzuur en in principe is dat niet verrassend. Opmerkelijk lijkt wel, dat er wellicht vrij grote verschillen mogelijk lijken tussen de minimum zuurstofconcentraties in verschillende jaren. Overigens zou dat onderstrepen dat een DCS juist voor bloembollen gewenst is.

De kwaliteit van de Stargazer zal op drie momenten tijdens 1998 worden getoetst. Als vergelijking worden monsters van dezelfde Stargazers bewaard op het CNB, dat de bollen bewaard onder eigen standaard ULO condities en in ijs bij -1°C.

1.3.4 Spitskool

In overleg met de aan het DCS project deelnemende bedrijven Pater en Timmerman is gekozen voor een proef met spitskool. Het onderzoek betreft een vergelijking tussen ULO en DCS met en zonder 5% koolzuur met product van beide bedrijven. Het product wordt bij 0-1°C bewaard vanaf 9 oktober 1997. Inmiddels heeft één van de twee uitslagen plaatsgevonden op 20 januari 1998. De resultaten zijn als volgt.

Ethanolgehalte

Er deed zich het inmiddels vertrouwde patroon voor: geen ethanolproductie zelfs niet beneden 0.5% O₂ na voorzichtige daling vanaf 1.5% O₂. Bijmengen met pure N₂ veroorzaakte alleen alcohol productie in de DCS containers met 5% CO₂. Blijkbaar is de tolerantie van spitskool voor extreem lage zuurstof veel groter dan tot nu toe werd aangenomen.

Kwaliteit

De individuele kolen werden op kleur en op rotontwikkeling beoordeeld. Verder werd ook het schoningsverlies vastgesteld. Kleurverlies en rotontwikkeling waren het geringst in de kolen uit de DCS containers. Na de uitstalperiode (vier dagen 0-1°C plus vier dagen 18°C) bleken de kolen uit de DCS containers zonder koolzuur qua kleur en rot het beste te zijn gebleven. De klasse indeling van de DCS kool (door de deelnemende bedrijven) was beter en er kwam minder "pepperspot" op voor. Dit maakt duidelijk, dat de DCS kolen na de uitstalperiode beter waren dan het ULO product. DCS plus koolzuur lijkt evenwel niet toegepast te kunnen worden, daar in die kolen zich een duidelijke afwijking (roze verkleuring groeipunt) manifesteerde. Smaakafwijkingen werden niet geconstateerd.

De voorlopige conclusie uit het nog lopende onderzoek met spitskool is, dat DCS de kolen in een betere conditie hield en dat dit ook na een uitstalperiode nog het geval was. DCS plus aanzienlijke verhoging van het koolzuurgehalte lijkt niet tot de mogelijkheden te behoren door ontwikkeling van een afwijking in het groeipunt van het product.

1.4 Ethanol- en acetaldehyde sensor

De Chrompack GC heeft aangetoond met voldoende nauwkeurigheid ethanol en acetaldehyde te kunnen meten voor praktische DCS toepassingen. Een handzame sensor is nog niet ontwikkeld, maar een initiatief hiertoe is genomen door ECN, dat hiervoor een

aanvraag bij NOVEM ingediend. Deze aanvraag is gehonoreerd. Er is contact vanuit het DCS project met de ECN groep. Samenwerking wordt overwogen speciaal voor metingen in de (bewaar)praktijk.

2. Vorderingen ten opzichte van planning en doelstelling

Het geplande fermentatie onderzoek werd verricht met 9 verschillende producten (drie appelrassen, één perenras, drie koolsoorten en twee bloembollen soorten). Hierbij bleek een grote mate van overeenstemming in de reacties op fermentatie door stikstof. Een grote mate van tolerantie bleek aanwezig bij alle producten, waardoor aan de eerste voorwaarde (het product moet zonder nadelig gevolgen een lichte mate van fermentatie kunnen overleven) voor een DCS werd voldaan. In dit onderzoek bleek verder, dat de in het weefsel geproduceerde ethanol goed meetbaar is in de omringende lucht. De ethanol in de lucht volgde uitstekend de productie in het weefsel. Dit betekent, dat ethanol gemeten in de lucht een betrouwbaar beeld geeft van de in het weefsel aanwezige ethanol.

Vergelijkend onderzoek (ULO vs DCS) werd tot dusverre met vijf gewassen uitgevoerd of aangevangen: Elstar en Jonagold appelen, Leliebollen (2X) en spitskool. De resultaten met de Elstar appelen bleken zeer bemoedigend: een duidelijke kwaliteitsverbetering in de fase na de bewaring. Het onderzoek met leliebollen gaf aanleiding tot een gedeeltelijke herhaling van de uitgevoerde proef in het seizoen 1997/98. Het onderzoek met spitskool verloopt tot dusverre zeer bevredigend. Voor Jonagold worden nu de eerste resultaten binnen gehaald. Gesteld mag worden, dat het uitgevoerde werk alles bijeen genomen in overeenstemming is met de planning.

Het uitgevoerde onderzoek is in overeenstemming met de eerste doelstelling (geschiktheid bepalen van DCS bewaar technologie voor verschillende producten). Gebleken is dat alle producten zeer tolerant zijn voor fermentatie. Verder is er sprake van een beter behoud van kwaliteit in DCS, waardoor de kansen op een DCS zijn toegenomen.

3. Bestede en verwachte inzet collectiviteit

In de verslagperiode bedroeg de personele inzet van de gezamenlijke bedrijven 405.5 uur, hetgeen tegen een tarief van f 50,- per uur een bedrag van f 20.275,- betekent. Dit is ongeveer in overeenstemming met de begroting. De totale kosten bedroegen in de verslagperiode f 34.477,01 hetgeen iets hoger is dan werd begroot.

4. Gemaakte en verwachte kosten

De gesommeerde kosten van alle deelnemers in het project in de verslagperiode bedroegen f 179.263,51 hetgeen ongeveer in overeenstemming is met de begroting.

5. Realisatie van mijlpalen, aanvragen om octrooi

De milestones na twee jaar onderzoek betreffen : uitbreiding fermentatie onderzoek met meer producten, uitbloeiresultaten na DCS bewaring, aanvang proeven in de praktijk , op labschaal werkend DCS systeem en de definitieve keuze van een ethanolsensor. In het eerste onderzoekjaar werden reeds negen (veel meer dan voorgenomen) producten getest op fermentatie omstandigheden en de reacties van de verschillende producten vertonen dermate veel overeenkomst, dat het betrekken van nog meer producten niet verwacht wordt nieuwe gezichtspunten op te leveren. Voorgesteld wordt daarom dit onderdeel als beëindigd te beschouwen.

Uitbloeiresultaten na vergelijkende DCS en ULO bewaring zijn in dit verslag opgenomen en met Elstar appels is reeds een volledige onderzoek in de praktijk van start gegaan. Met betrekking tot een op labschaal werkend DCS kan worden gesteld, dat dit hardwarematig is gerealiseerd door koppeling van de Chrompack GC naar vier doorstroomcontainers. Het computerprogramma dient nog te worden aangepast. In het eerste onderzoekjaar werd reeds een definitieve keuze gemaakt voor een ethanolsensor voor het DCS onderzoek. Over het geheel genomen mag worden gesteld, dat de mijlpaal van twee jaar is gehaald.

6. Wijzigingen in het onderzoek

Het onderzoek ligt, gelet op de doelstelling en de kosten, op koers. Ten opzichte van de gemaakte plannen is een praktijktest met Elstar vervroegd en werd afgezien van vergelijkend (ULO vs. DCS) onderzoek met spuitkool en witte kool ten gunste van uitgebreidere vergelijking met spitskool. Deze onderzoeken lopen op dit moment nog. Voorts is in overleg met het deelnemende bedrijf een tweede onderzoek met leliebollen gestart in plaats van onderzoek met tulpebollen.

7. Knelpunten

Het tot nu toe uitgevoerde onderzoek is in overeenstemming met de fasering.

8. Aanvullend en/of nieuw onderzoek

In aansluiting op het in het vorige halfjaarlijkse rapport genoemde nieuwe onderzoek kan het volgende worden gemeld. De werking van de belangrijkste enzymen, die betrokken zijn bij de fermentatie ADH (Alcohol dehydrogenase) en PDC (pyruvaat decarboxylase) zal nader worden bekeken. Het onderzoek zal zich toespitsen op het effect van CO₂ op de activiteit van deze enzymen onder anoxische en hypoxische omstandigheden. Dit moet leiden tot een beter begrip voor de verhoogde gevoeligheid van producten voor CO₂ onder extreem lage zuurstofconcentraties.

9. Conclusie met betrekking tot de haalbaarheid van de doelstelling

Op basis van de tot dusver behaalde resultaten is optimisme ten aanzien van de doelstelling gerechtvaardigd. We kunnen dit stellen, doordat er sprake is van kwaliteitswinst bij de appelrassen, spitskool en leliebollen.