

DYNAMISCH
GECONTROLEERDE
ATMOSFEER-BEWARING

DCA

MANUAL



KU LEUVEN



DCA

MANUAL

DISCLAIMER

VC.B.T. vzw kan niet aansprakelijk gesteld worden voor eventuele schade veroorzaakt door onjuistheden en onvolmaaktheden in de teksten of het in praktijk toepassen van de vermelde informatie. Verspreiding van deze informatie is slechts mogelijk mits bronvermelding. Citeren als: DCA manual VCBT 2021

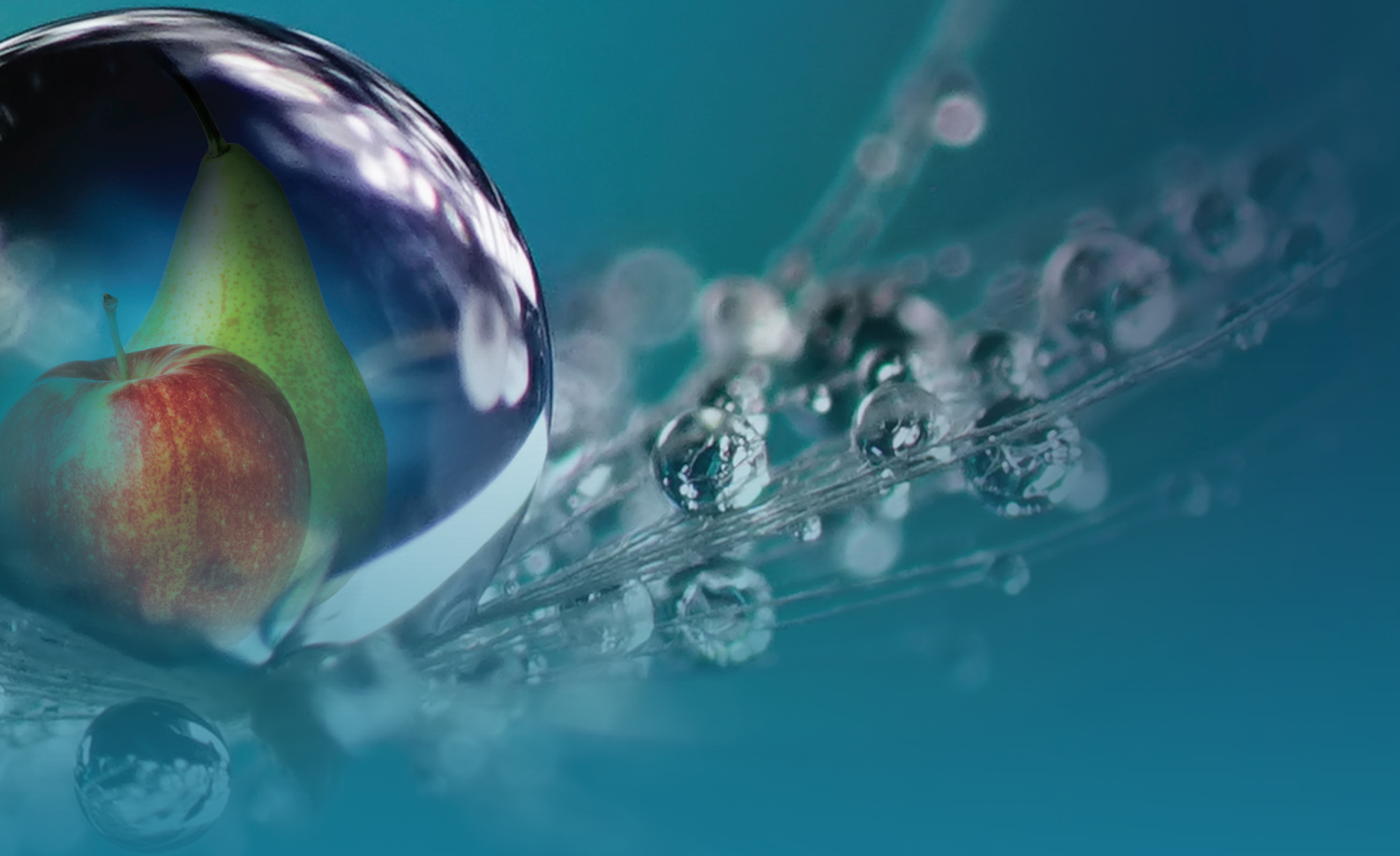
Deze manual kwam tot stand in het project (HBC.2016.0806) " Praktische richtlijnen voor dynamisch gecontroleerde atmosfeerbewaring van hardfruit", gefinancierd door het Agentschap Innoveren en Ondernemen.

Het project werd gefinancierd door Belgische Fruitveiling, BelOrta, Limburgse Tuinbouwveiling, REO veiling, Green Diamond, Boerenbond, Better3Fruit, Storex, Isolcell en Agrofresh



INHOUD

WAT IS DCA? WERKINGSPRINCIPE	4
VERSCHILLENDE DCA-TECHNIEKEN	5
1. Ethanolproductie-meting	5
2. Bladgroenfluorescentie-meting	6
3. Respiratiequotient (RQ)-meting	7
4. CO ₂ -productie-meting	8
WELKE VRUCHTEN IN DCA-BEWARING?	8
EISEN FRUIT	9
Homogeniteit	9
Kwaliteit/rijpheid fruit	9
Vruchtstalen voor tussentijdse staalname	10
EISEN KOELCEL	11
Lekdichtheid	11
Lek zoeken	12
Lekken herstellen	12
Longen	13
Scrubberwerking	13
Koeling / ventilatoren	13
ERVARINGEN VAN DCA VERSCHILLENDE RASSEN IN ONDERZOEK	14
PRIMAIRE ENERGIEBESPARING EN BROEIKASGASEMISSIEREDUCTIE	17
KOSTENPLAATJE	18
SUBSIDIEMOGELIJKHEDEN	19



WAT IS DCA? WERKINGSPRINCIPE

Climacterische vruchten, waaronder appel en peer, vertonen een rijpingsfase die sterk samenhangt met een toename van de ademhaling en ethyleenproductie. Hierdoor ondergaat de vrucht veranderingen in kleur, hardheid, samenstelling en aroma's.

Om deze rijping en het bijhorend kwaliteitsverlies tegen te gaan, trachten de meeste commerciële bewaarfaciliteiten de ademhaling te verminderen. Dit gebeurt door de bewaring van fruit op lage temperatuur in combinatie met hoge CO_2 (koolstofdioxide) en lage O_2 (zuurstof). Daardoor zal het zuurstofverbruik en de CO_2 -productie afnemen. In ULO (ultralagezuurstofbewaring) worden de atmosfeer met aangepaste zuurstof en koolstofdioxide ingesteld op basis van ervaring en adviezen.

Als door gebrek aan zuurstof de aerobe ademhaling van het fruit stopt, zal fermentatie starten. Dit leidt tot

een verhoogde CO_2 -productie, die aanleiding kan geven tot smaakafwijkingen door ethanolproductie en bewaardefecten zoals bruinverkleuring en holtevorming. Wanneer de vrucht te weinig zuurstof krijgt, spreekt men van zuurstofstress. Het lage zuurstofpercentage waarbij de CO_2 -productie minimaal is, noemen we het zuurstofstresspunt (ACP). Met de nieuwe bewaarstechniek van DCA (dynamisch gecontroleerde atmosfeerbewaring) meten we de zuurstofstress van de vruchten, en stellen we de atmosfeer in, juist boven dit stresspunt. Hierdoor vermijden we fermentatie en houden we de zuurstof zo laag mogelijk om kwaliteitsverlies te voorkomen.

Omdat het stresspunt niet vooraf vast ligt en voor elke partij een andere waarde kan hebben, en kan veranderen tijdens de bewaring, spreken we van bewaring met een 'dynamisch' gecontroleerde atmosfeer.

VERSCHILLENDE DCA-TECHNIEKEN

1. ETHANOLPRODUCTIE-METING

Wanneer het zuurstofgehalte te laag is zal de vrucht beginnen fermenteren, waardoor ook de ethanolproductie verhoogt. Dit principe leidde tot één van de eerste DCA-systemen, die al sinds de jaren '80 op de markt is: de detectie van een scherpe toename in de ethanolconcentratie.

De ethanolconcentratie kan op 2 manieren gemeten worden: in het vruchtensap of als vluchtige component in de lucht van de koelcel.

De waarde in het vruchtensap is meer betrouwbaar en relevant, maar voor deze meting moeten regelmatig vruchten uit de koelcel gehaald worden en geanalyseerd worden door een gespecialiseerd labo. Dat is niet alleen omslachtig, maar wanneer te hoge concentraties worden gemeten kan het mogelijks al te laat zijn om de condities in de cel nog bij te sturen.

Meting in de koelcellucht van de vluchtige ethanol afkomstig van de vruchten is mogelijk met gevoelige specifieke gassensoren. Aangezien het gaat om lage concentraties in de lucht (< 1 ppm), moeten deze sensoren een hoge nauwkeurigheid en gevoeligheid



Figuur 1. Storex DCS meetbox (bovenaan) en analyzer (onderaan)
Foto: © Storex NV

DCA kan uitgevoerd worden volgens verschillende meetmethodes die het zuurstofstresspunt detecteren. Hierna volgt een korte toelichting van elk principe met referentie naar verschillende systemen die aangeboden worden door CA-firma's.

hebben, en niet beïnvloed worden door de aanwezigheid van andere vluchtige componenten in de lucht. Daarom wordt deze meting in de praktijk uitgevoerd in een aparte meetkamer of box die op de koelcel wordt gemonteerd en waarin een representatieve hoeveelheid vruchten precies wordt opgevolgd met een ethanol-gassensor. De veranderingen in ethanolconcentratie van deze box dienen dan om de zuurstofconcentratie in de koelcel bij te sturen.

COMMERCIEËLE SYSTEMEN

DCS-Pro, Storex, NL <https://www.storex.nl/our-portfolioquick-overview-of-our-products-dcs-pro.html>

VOORDELEN METING ETHANOLGAS

- ▷ Automatisch (met te monteren meetkamer)
- ▷ Specifieke sensoren voor ethanol zijn betaalbaar
- ▷ Sensoren kunnen ppb niveaus detecteren
- ▷ Lange ervaring in Nederland (vnl. op 'Elstar' & 'Jonagold')

NADELEN METING ETHANOLGAS

- ▷ Ethanol moet uit de vruchten ontsnappen vooraleer te kunnen meten
- ▷ De juiste grenswaarde van de ethanolconcentratie voor DCA is niet gekend
- ▷ Effecten van andere vluchtige componenten (ethyleen) op de meting
- ▷ Een aparte meetkamer moet geïnstalleerd worden door een expert
- ▷ Enkele vruchten in de box worden verondersteld representatief te zijn voor de hele koelcel

2. BLADGROENFLUORESCENTIE-meting

De werking van het bladgroen van hardfruit verandert onder zuurstofstress. Wanneer je vruchten gecontroleerd belicht en de fluorescentie van het bladgroen meet, kan je een scherpe verandering in het signaal vaststellen bij vruchten die van geen zuurstofstress evolueren naar wel zuurstofstress. De lage zuurstofconcentratie waarbij dit optreedt, wordt als stresspunt genomen om de condities in de koelcel in te stellen op een veilige waarde.

De meting gebeurt op een aantal (4 à 6) vruchten die worden geplaatst in een kleine meetdoos met belichting en fluorescentiesensor. Deze meetdoos kan in een palox worden gelegd. De meting gebeurt doorgaans bij het afbranden van de cel: het zuurstofniveau wordt verlaagd totdat een verandering in het signaal wordt gemeten, waarna de cel op een iets hoger zuurstofpercentage wordt ingesteld voor de rest van de bewaring.

COMMERCIEËLE SYSTEMEN

- HarvestWatch, Isolcell, IT
<https://storage.isolcell.com/en/isostore-dca-cf/>
- FruitObserver, Besseling, NL
<https://besseling-group.com/nl/fruit-observer/>



Figuur 2. HarvestWatch systeem in teststelling van VCBT

VOORDELEN

BLADGROENFLUORESCENTIE-METING

- ▷ Automatisch (met meetdoos in de koelcel)
- ▷ Eenvoudig te interpreteren meting (pieksignaal)
- ▷ Lange ervaring in Zuid-Europa (veel cultivars, met name voor schilbruin-gevoelig fruit)

NADELEN

BLADGROENFLUORESCENTIE-METING

- ▷ Aparte meetdoos per partij nodig
- ▷ Enkele vruchten worden verondersteld representatief te zijn voor de hele koelcel
- ▷ Meestal enkel tijdens het afbranden gebruikt
- ▷ Weinig ervaring in België

3. RESPIRATIEQUOTIENT (RQ)-meting

Het respiratiequotient (RQ) is de verhouding van de CO₂-productiesnelheid tot de O₂-consumptiesnelheid van de vruchten. Deze heeft tijdens normale ademhaling een waarde dicht bij 1: de vrucht produceert dan evenveel koolstofdioxide als ze zuurstof verbruikt. RQ vertoont bij het verlagen van de O₂-concentraties tijdens zuurstofstress een sterke stijging, omdat de CO₂-productie weer stijgt, terwijl het zuurstofverbruik verder daalt. RQ kan bepaald worden op basis van de meting van de veranderingen in gasconcentraties in de bewaarcel als gevolg van de ademhaling van de vruchten. Zolang de RQ-waarde dicht bij 1 is, kan men de zuurstofconcentratie in de ruimte verder laten zakken. Zodra een significante stijging in de waarde wordt vastgesteld, is dit een indicatie dat de vruchten gaan fermenteren. Dan moet de zuurstofconcentratie actief verhoogd worden.

Als RQ regelmatig wordt gemeten, kunnen de gascondities tijdens de loop van de bewaring dynamisch worden aangepast aan de veranderende ademhaling van de vruchten.

COMMERCIEËLE SYSTEMEN

- OptiControl, Optiflux, BE
<http://optiflux.world/>
- ACR, Van Amerongen, NL
<https://www.van-amerongen.com/nl/control-systems>
- SafePod, SCS, VK
<https://www.storagecontrol.com/products/safepod-system/>
- Storefresh, Isolcell, IT
<https://storage.isolcell.com/en/storefresh-dca-rq/>



Figuur 3. Optiflux systeem
Foto: ©Optiflux NV

VOORDELEN

RESPIRATIEQUOTIENT (RQ)-METING

- ▷ Gebruik van standaardsensoren voor ULO (voor O₂ en CO₂)
- ▷ Signaal direct gerelateerd aan ademhaling
- ▷ Sommige RQ systemen (OptiControl, ACR) hebben geen bijkomende meetkamer of meetbox nodig
- ▷ Laatste 10 jaar veel ervaring opgebouwd in België (verschillende cultivars)

NADELEN

RESPIRATIEQUOTIENT (RQ)-METING

- ▷ RQ moet berekend worden uit gasmetingen over een voldoende lange periode (enkele uren) zonder koel- of scrubberacties
- ▷ De RQ-waarde wordt beïnvloed door gaslekken, waarvoor een correctie nodig is (verschillende commerciële systemen geven hier een andere oplossing voor)
- ▷ Sommige RQ systemen (SafePod, StoreFresh) gebruiken aparte meetkamers die moeten ingesteld worden door een expert

4. CO₂-PRODUCTIE-METING

Bij het zuurstofstresspunt (ACP) is de CO₂-productie van de vruchten het laagst. Bij hogere zuurstofpercentage is er een hogere ademhaling, bij lagere zuurstof is er verhoogde fermentatie. Zowel een hogere ademhaling en fermentatie zorgen voor meer CO₂ in de koelcel. Door enkel de veranderingen in CO₂ nauwkeurig te meten, kan men dus ook DCA bewaring doen.

COMMERCIEËLE SYSTEMEN

FruitAtmo,
<https://www.jdcooling.com/cooling/fruitaltmo/>

VOORDELEN

CO₂-PRODUCTIE-METING

- ▷ Gebruik van standaardsensoren voor ULO (voor CO₂)
- ▷ Signaal direct gerelateerd aan ademhaling

NADELEN

CO₂-PRODUCTIE-METING

- ▷ Geen ervaring in België
- ▷ CO₂-productie moet berekend worden uit gasmetingen over een voldoende lange periode (enkele uren) zonder acties
- ▷ Ten opzichte van RQ is de verandering van het signaal bij zuurstofstress kleiner, en moet er dus meer gevoelig kunnen gemeten worden

WELKE VRUCHTEN IN DCA-BEWARING?

SCHILBRUINGEVOELIGE CULTIVARS: BIJ VOORKEUR IN DCA

DCA-bewaring streeft naar bewaring bij extra lage zuurstof. Hierdoor vertragen oxidatieprocessen. Schilbruin is een oxidatie van een stof (α -farneseen) in de schil. In DCA-bewaring zal schilbruin daarom minder een probleem vormen dan in standaard ULO-condities waar de zuurstofconcentraties wat hoger zijn. Cultivars die gevoelig zijn voor schilbruin, hebben daarom extra voordelen bij DCA: ze zullen minder snel schilbruin vertonen dan in gewone ULO.

CULTIVARS DIE GEVOELIG ZIJN VOOR 1-MCP

Cultivars, die gevoelig zijn voor 1-MCP, lopen soms het risico om inwendig problemen te geven na bewaring. Deze vruchten verdragen vaak wel DCA en kunnen in DCA-bewaring een betere en langere houdbaarheid bereiken dan in normale ULO, zonder toepassing van 1-MCP.

BIOFRUIT

Biologische teelt heeft zeer weinig middelen om de kwaliteit tijdens bewaring optimaal te houden. DCA-bewaring is voor de bioteelt een belangrijke methode om de bewaarkwaliteit sterk te verbeteren.

EISEN FRUIT

HOMOGENITEIT

Kan 1^{ste} en 2^{de} pluk bij elkaar?

De homogeniteit van het fruit in de koelcel is vrij belangrijk. Hierbij is het rijpheidsstadium het belangrijkste maar ook variabiliteit in maat kan een rol spelen. Partijen van verschillende plukken bij elkaar zetten is dus zeker af te raden.

DCA-systemen meten of het fruit niet in zuurstofstress komt in de bewaring. Deze zuurstofstress is partijafhankelijk. Indien een deel van het fruit signaal geeft dat het geen zuurstofstress voelt en een ander deel dat het wel al stress voelt, meet het DCA-systeem een gemiddelde wat dus te weinig is voor de ene en te veel voor de andere. Hierdoor kan het systeem niet nauwkeurig reageren en zal de gerealiseerde bewaarconditie niet optimaal zijn voor het 'sterke' fruit en in het slechtste geval al schadelijk voor het 'zwakke' fruit. Meestal zal het positieve effect, beter behoud van hardheid en kwaliteit, ten opzichte van een klassieke ULO bewaring verloren gaan.

Van DCA-systemen, gebaseerd op bladgroenfluorescentie, wordt beweerd dat ze wel verschillende partijen in dezelfde koelcel kunnen bewaren, omdat er per koelcel ook verschillende fluorescentiesensoren kunnen worden geplaatst, één of meerdere per partij. Bij deze systemen ziet elke sensor maar een paar vruchten. Deze moeten dan hun partij vertegenwoordigen. Het is dus zeer belangrijk dat daar per ongeluk geen afwijkende vrucht tussen zit, want dan wijkt het signaal van de sensor ook af en zegt dit weinig over de status van zijn partij. Wanneer de vruchten onder de bladgroensensor wél een goede representatie zijn van hun partij, dan geeft elke partij zijn eigen signaal dat verschillend kan zijn naargelang de kwaliteit van die partij. Dan stelt de vraag zich op welk signaal de bewaarconditie in de

koelcel moet bepaald worden. Deze zal gelden voor alle partijen in de koelcel. Ofwel stuur je op de zwakkere partijen waardoor die weliswaar niet verloren gaan maar dan verlies je het voordeel ten opzichte van ULO voor de sterke partijen. Ofwel stuur je op het signaal van de sterke partijen en treedt er misschien schade op in de zwakkere partijen in de koelcel.

Conclusie: voor een optimale werking van eender welk DCA-systeem is de kwaliteit van al het fruit in dezelfde koelcel best zo homogeen mogelijk. Hoe minder dit het geval is, des te moeilijker het wordt om een goed DCA-signaal te meten, waardoor het systeem op veilig gaat spelen en de voordelen ten opzichte van klassieke ULO verloren gaan.

KWALITEIT/RIJPHEID FRUIT

Kan DCA-bewaring voor laat geplukt fruit?

Ja dit kan zeker zolang de partij homogeen is en er bijvoorbeeld geen vroeg geplukt fruit samen in dezelfde koelcel bewaard wordt. Let wel: later geplukt fruit is altijd minder goed bewaarbaar en geen enkele bewaarstechniek zal de kwaliteit verbeteren. De kwaliteit bij de inzet gaat enkel maar zo goed als mogelijk kunnen behouden blijven, maar zal steeds blijven achteruitgaan. Omdat laat geplukt fruit wat minder bewaarbaar is, zal het fruit aan het DCA-systeem ook aangeven dat het meer zuurstof nodig heeft en zal wellicht de zuurstofniveau in de koelcel niet al te laag kunnen zakken. In die zin kan het DCA systeem ook aangeven dat de partij beter niet te lang bewaard wordt.



VRUCHTSTALEN VOOR TUSSENTIJDSE STAALNAME

- Neem vruchtstalen van ELK afzonderlijk perceel dat in de koelcel bewaard wordt.
- Label de stalen zodanig dat na bewaring geen verwarring kan ontstaan.
- Ga ervan uit dat je ongeveer tweemaandelijks wil kijken naar je vruchten: zoveel staalzakken moet je dus klaar maken per perceel.
- Gebruik hiervoor netzakken (type uien of aardappelzakken) of geperforeerde plastic zakken en neem 20 vruchten voor één staal.

Bv. in koelcel 1 worden de eerste pluk van 3 percelen (A, B en C) Jonagold bewaard. Je plant om die vruchten 8 maanden te bewaren. Maak dus voor perceel A, B en C elk 3 staalzakken klaar van 20 vruchten: 1 zak voor beoordeling na 2 maanden, een andere voor na 4 en nog eentje voor na 6 maanden bewaring.

Info te vermelden op het label:

- Cultivar
- Perceel
- Plukdatum
- Na-oogstbehandeling

Plaatsing van de vruchtstalen

- Volg voor de plaatsing en het nemen van de vruchtmonsters altijd het protocol van ULO-veiligheid! (Boerenbond, 2017)
- Vruchtstalen worden op een makkelijk bereikbare plaats gezet/gehangen nabij het luik of ze bevinden zich op de eerste palox of in een systeem gemonteerd aan de zijwand van de cel, net onder het controlevenster.

Verzamelen van de vruchtstalen achteraf

- Gebeurt steeds met 2 personen
- Dit kan van op een verrijdbare trap, een bordes of een heftruck met personenbakcombinatie: volg hierbij de wettelijke richtlijnen.
- Om een veilige staalname mogelijk te maken, wordt er indien nodig gebruik gemaakt van een adequate stok, eventueel met een haak of schepnet, zodat er steeds een voldoende grote afstand is tussen de staalnemer en het venster.



EISEN KOELCEL

LEKDICHTHEID

Voor een goede DCA-bewaring is het noodzakelijk dat de koelcel zeer luchtdicht is. Over het algemeen wordt aangenomen dat voor een koelcel voor ULO-bewaring het lek maximaal 0.15 cm^2 per 100 m^3 bruto koelcelvolume mag bedragen. Voor een koelcel voor DCA-bewaring mag het maximale lekoppervlak slechts 0.10 cm^2 per 100 m^3 bruto koelcelvolume zijn.

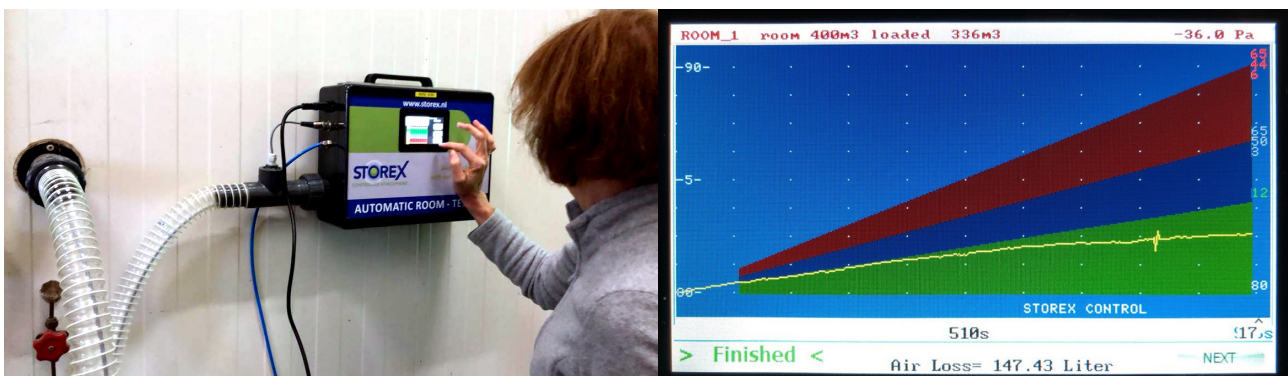
De luchtdichtheid van de koelcel kan eenvoudig bepaald worden aan de hand van de onderdrukmethode. Hierbij wordt die koelcel luchtdicht gesloten zoals bij de ULO/DCA bewaring en wordt deze vervolgens op onderdruk gebracht, bijvoorbeeld met behulp van een stofzuiger. Hiervoor breng je de koelcel op een onderdruk van 80 Pa (8.15 mm WK) ten opzichte van de atmosfeer door de druk af te lezen op de manometer van de koelcel. Nadat de stofzuiger uitgeschakeld wordt zal de druk in de koelcel langzaam terug oplopen doordat er lucht uit de atmosfeer de koelcel binnendringt door het lek in de koelcel.

De vuistregel is als volgt: loopt de druk in koelcel op van -80 Pa naar -40 Pa (4.08 mm WK) in een periode gelijk aan of langer dan 10 minuten, dan is de koelcel geschikt voor ULO-bewaring. Doet de druk in de koelcel er minstens 13 minuten over om van -80 Pa naar -40 Pa te stijgen, dan is de koelcel geschikt voor DCA-bewaring.

Je kan de luchtdichtheid ook automatisch (laten) bepalen met een meettoestel zoals de automatische room tester (ART) van Storex (links in Figuur 4).

Na het instellen van het volume van de koelcel automatiseert de ART het proces van hierboven. Het meetresultaat is eenvoudig af te lezen aan de hand van een kleurcode zoals in Figuur 4 rechts weergegeven. Valt het meetresultaat (gele curve) in de rode zone, dan is er een ernstig lek en is de cel niet geschikt voor ULO- noch DCA-bewaring. Valt het meetresultaat in de blauwe zone, dan is de cel geschikt voor ULO-bewaring maar niet voor DCA-bewaring. Valt tot slot het meetresultaat in de groene zone, dan is de cel geschikt voor DCA-bewaring. Belangrijk is dat bij het gebruik van de ART de gele lijn steeds in één kleurzone blijft. Is dat niet het geval, dan telt de kleurzone waar ze het eerst doorging.

Voor ondersteuning kunnen o.a. de bedrijven ABCool en Vos Technics gecontacteerd worden voor het testen van de luchtdichtheid en herstellen van lekken van de koelcellen. Tevens kan VCBT ondersteuning bieden.



Figuur 4. Storex ART en meetresultaat van een koelcel geschikt voor DCA-bewaring.

LEK ZOEKEN

Lekken zoeken gaat als volgt.

- Doe deze test op een niet te zonnige dag, alle openingen van de cel afgesloten, ventilatie en koeling af, waterslot gevuld, koelcel op een temperatuur vergelijkbaar met de buitentemperatuur.
- De cel wordt (bij voorkeur als de cel koud is) met een pomp (stofzuiger) op onderdruk gezogen. Afhankelijk van de stevigheid en ouderdom van de koelcel wordt een maximale onderdruk gekozen, zodanig dat de onderdrukklep juist niet open gaat. Controleer altijd eerst of deze klep vlot opent en niet vastgeplakt zit.
- Voor een test is 10 mm waterkolom (100 Pa) onderdruk het meest optimaal. Oude koelcellen kunnen soms de druk van 10 mm onderdruk niet aan en moet je bij lagere onderdruk testen, bv. bij 5 mm waterkolom onderdruk. Een voorbeeld hiervan zijn oude tempexcellen: die test je best bij lagere onderdruk.
- De onderdruk kan je goed meten met een schuine manometer (zie Figuur 5: schaal -20 tot +20 mm waterkolom).

Zoeken van de locaties van de lekken

- Je kan een lek vinden door met een rookkaars te werken: de rook zal gaan bibberen en trekken naar de lek.
- Je kan ook werken met zeepsop in een plantenspuit. Spuit op alle lekgevoelige plekken sop. Ingeval van een lek zullen er bellen ontstaan. Gebruik voldoende zeepsop, zo'n 10L per koelcel
- Op de volgende plekken treden snel lekken op en deze controleer je dus best eerst:
 - » Cel: deuren, rubbers
 - » Kitnaden (poreus)
 - » Doorvoeren
 - » Vloer: scheuren, aansluiting van de wand aan de vloer
 - » Stootranden
 - » Scrubberleiding lek
 - » Controleluik: rubbers
 - » Beluchtingspijp



Figuur 5. Schuine manometer

- » Ophanging van de verdamper
- » Ophanging van lampen

Breng dan de cel op overdruk en controleer nog eens het volgende

- Deur, luik: deze zijn bij onderdruk tegen het kozijn geplakt. Bij overdruk kan je aan de buitenzijde met zeepsop controleren of ze lekken.
- Controleer ook nog de volgende plaatsen waar een lek kan ontstaan:
 - » Waterslot: controleer of deze voldoende gevuld zijn met water.
 - » Over- en onderdrukkleppen: controleer of deze niet te snel opengaan of niet blijven hangen. De klep mag pas opengaan bij 10 mm over-/onderdruk en moet vlot weer sluiten. Je kan dit doen door een plastic zak over de klep te trekken en deze af te binden met een elastiek. De zak zal vacuüm trekken wanneer de klep opent bij onderdruk en opblazen bij overdruk. Wanneer ze te snel opengaan, kan je ze verzwaren met enkele rondellen, tot het in orde is. Maak de rubbers van de kleppen ook schoon, zodat ze goed afsluiten en doe er talkpoeder op. Vergeet na de test de zak niet weg te halen!
 - » Longen: controleer de longnaden, aansluitingen van de long op de buizen en eventuele plaatsen waar long schuurt over de vloer.

LEKKEN HERSTELLEN

Sommige lekken kan je zelf herstellen. Voor de meeste herstellingen vraag je best een vakman (frigobouwers of gespecialiseerde firma's).

LONGEN

Naast een goede luchtdichtheid van de koelcel, is ook een voldoende grote long noodzakelijk voor een succesvolle DCA-bewaring. Een appelcel met 400 paloxen bevat bij benadering 188 m³ fruit op een totaal volume van 750 m³. Hieruit volgt dat een long van 3 m³ een verandering in atmosferedruk van 540 Pa (5.40 mBar) kan bufferen. Voor DCA-bewaring is per cel een long-volume van minstens 3 m³ aan te raden. Anderzijds is het doorkoppelen van de longen van verschillende cellen sterk af te raden.

SCRUBBERWERKING

De scrubbers mogen niet te veel zuurstof inbrengen met hun acties. Controleer de O₂ en CO₂ waarde in de koelcel zowel voor als na een scrub-actie van de scrubber. Als de CO₂ zakt, werkt de scrubber goed. Stijgt de O₂ teveel (meer dan 0,3%)? Dan is het mogelijk dat er zich een lek in het circuit bevindt.

KOELING / VENTILATOREN

- Voor DCA gelden dezelfde richtlijnen als voor gekoelde bewaring en ULO. Zorg ten alle tijde voor een goede luchtcirculatie in de koelcel.
- Voorzie verluchting van de paloxen zodat alle vruchten zuurstof krijgen, en CO₂ zich niet ophoopt in paloxen. Bewaren in afgesloten zakken is ten stelligste afgeraden in ULO, en zeker not done in DCA. Houten paloxen met spleten of plastic paloxen met geventileerde wanden dragen de voorkeur.

- Zorg voor een stapelpatroon dat een goede luchtstroom rondom alle paloxen toelaat.
 - » Voorzie +/- 10 cm ruimte tussen de rijen, maar ook niet teveel.
 - » Niet hoger stapelen dan de onderkant van de verdamper.
 - » Maak gebruik van een flap onder de verdamper tot op de palox om kortsluiting van de luchtstroom te voorkomen.
 - » Zorg voor een voldoende luchtwerp van de ventilatoren, zodat ook de achterste paloxen worden bereikt.
 - » Zorg voor een goede vulling over de hele breedte van de cel, zodat er geen routes voor kortsluiting van de luchtstroom ontstaan.
- Een goede luchtstroom (zie hierboven) zorgt voor goede menging van de gassen.
 - » Een goede menging is nodig voor een betrouwbare meting van gasconcentraties en de RQ.
 - » De aanzuigleiding voor de gasmeting gebeurt bij voorkeur in de retourlucht voor de verdamper.
- Volg de richtlijnen van de DCA-installeteur met betrekking tot het aan- of afzetten van koeling en ventilatoren tijdens een DCA meting.
- Let op dat koeling niet te veel onder- of overdruk veroorzaakt in de koelcel.
 - » Je kan een kleine micromanometer via een flexibele slang aan de gasmeterkraan hangen en dan de cel laten koelen en ontdooien. Controleer zo of er geen te grote onder- of overdruk ontstaat tijdens een koel- en/of ontdooi-actie. Stel anders de koeling anders af.
 - » Reden voor die te grote onder- of overdruk kan zijn: cel koelt te grof door slechte afregeling van het expansieventiel of ontdooiing gaat te hard.

ERVARINGEN VAN VERSCHILLENDE RASSEN IN DCA ONDERZOEK

Tabel 1 geeft een overzicht van de resultaten van bewaarproeven in VCBT op verschillende rassen en in verschillende seizoenen met DCA t.o.v. ULO of ULO met een 1-MCP-behandeling. Zo krijg je een beeld van kan verwacht worden indien DCA goed wordt toegepast.

TABEL 1. RESULTATEN VAN ONDERZOEK AAN VCBT OVER EFFECTEN VAN DCA OP VERSCHILLENDE RASSEN. KWALITEITSEVALUATIE OP EINDE BEWAARSEIZOEN (JUNI), UITSTALLING 14 DAGEN TENZIJ ANDERS VERMELD. SF=1-MCP-TOEPASSING O.V.V. SMARTFRESH®

SEIZOEN '14-'15	T.O.V. ULO	T.O.V. ULO + SF
Jonagold	hogere hardheid na bewaring	zelfde hardheid na bewaring
Braeburn	hogere hardheid na bewaring	zelfde hardheid na bewaring
Red delicious	hogere hardheid na bewaring en uitstalling	zelfde hardheid na bewaring en 7d uitstalling
Granny	hogere hardheid na bewaring	zelfde hardheid na bewaring en 7d uitstalling
	geen scald	geen scald
Golden	hogere hardheid na bewaring en uitstalling	zelfde hardheid na bewaring en 7d uitstalling
		even groen na bewaring
Conference		zelfde hardheid na bewaring
		even groen na bewaring
SEIZOEN '15-'16	T.O.V. ULO	T.O.V. ULO + SF
Golden	hogere hardheid na bewaring en 7d uitstalling	
	groener na bewaring en uitstalling	
Greenstar	hogere hardheid na uitstalling	
SEIZOEN '16-'17	T.O.V. ULO	T.O.V. ULO + SF
Golden	hogere hardheid na bewaring en 7d uitstalling	zelfde hardheid na bewaring
	groener na bewaring en uitstalling	even groen na bewaring en 7d uitstalling
Golden laat	betere hardheid na bewaring en uitstalling	
	groener na uitstalling	



SEIZOEN '17-'18	T.O.V. ULO
Conference	hogere hardheid na bewaring
	groener na 7d uitstalling
	meer defecten na bewaring en uitstalling in agressief DCA scenario
	evenveel defecten na bewaring en uitstalling in mild DCA scenario
Conference laat	hogere hardheid na bewaring
	groener na 7d uitstalling
	veel meer defecten na bewaring en uitstalling in agressief DCA scenario
	evenveel defecten na bewaring en uitstalling in mild DCA scenario

SEIZOEN '18-'19	T.O.V. ULO
Conference	hogere hardheid na bewaring
	groener na 7d uitstalling
	iets meer bruin na bewaring
Conference lage CO₂	hogere hardheid na bewaring, maar minder dan bij hogere CO ₂
	groener na 7d uitstalling
Jonagold	zelfde hardheid
	zelfde kleur
	zelfde zuur
Elstar Bio	zelfde hardheid
	groener na uitstalling
	meer zuur na uitstalling
Kizuri Morgana®	hogere hardheid na bewaring en 7d uitstalling
Natya®/Magic Stan®	lagere hardheid na bewaring

SEIZOEN '19-'20	T.O.V. ULO
Conference - kleine maat	zeer lage zuurstofcondities (0.4%)
	ademhaling vermindert naar einde seizoen
	hardere vruchten na uitslag
	groenere achtergrond na uitslag en 7 dagen uitstalling
Conference - grote maat	zeer lage zuurstofcondities (0.4%)
	ademhaling vermindert naar einde seizoen
	hardere vruchten na uitslag
	groenere achtergrond na uitslag en 7 dagen uitstalling
Conference - ongesorteerd	zeer lage zuurstofcondities (0.2%)
	ademhaling halveert naar einde seizoen
	hardere vruchten dan na 7 dagen uitstalling
	groenere achtergrond na 7 dagen uitstalling
	minder vetig na 7 dagen uitstalling
Jonagold - kleine maat	groter effect dan bij grote maat
	gelijkaardige gascondities
	hardere vruchten na 7 dagen uitstalling
	groenere achtergrond na 7 dagen uitstalling
Jonagold - grote maat	minder vetig na 7 dagen uitstalling
	groter effect dan bij grote maat
	fluctuerende zuurstofcondities
	hardere vruchten na 7 dagen uitstalling
Jonagold - grote maat	groenere achtergrond na 7 dagen uitstalling
	minder vetig na 7 dagen uitstalling

SEIZOEN '20-'21	T.O.V. ULO
Conference	gelijkaardige gascondities
	geen noemenswaardige kwaliteitsverschillen
Migo®	geen verschil in hardheid
	iets beter kleurbehoud bij DCA
	weinig tot geen inwendige gebreken

PRIMAIRE ENERGIEBESPARING EN BROEIKASGAS EMISSIEREDUCTIE

Het primair energieverbruik voor de koeling van de verschillende systemen met hun respectievelijke CO₂ uitstoot en reductie t.o.v. het referentiesysteem wordt weergegeven in Tabel 2. Hier wordt een standaard-systeem met koelmiddel R22 vergeleken met alternatieven (ULO of DCA) met R717 (amoniak).



TABEL 2. PRIMAIR ENERGIEVERBRUIK VOOR DE KOELING VAN DE VERSCHILLENDE SYSTEMEN MET HUN RESPECTIEVELIJKE CO₂ UITSTOOT

	kWh/ton	Voor koelcel van 200 ton in kWh	in MJ	in CO ₂ eq ^{1,2}	Winst tov referentie
STANDAARD TEELT					
Referentie standaard teelt					
Standaard ULO R22	126	25272	90979	7107	
Alternatieve systemen standaard teelt					
Standaard ULO R717 (met 1-MCP)	114	22745	81881	63961	10%
Standaard DCA R717	120	24008	86430	6752	5%
BIOTEELT					
Referentie bioteelt					
Bio ULO R22	140	28080	101088	7897	
Alternatieve systemen bioteelt					
BIO ULO R717	126	25272	90979	7107	9%
BIO DCA R717	120	24008	86430	6752	14%

¹ De klimaatimpact betreft enkel die van het elektriciteitsverbruik en niet die van de installatie zelf. Zo wordt ook de klimaatimpact van het koelmiddel niet beschouwd.

² De berekening is gebeurd voor elektriciteit op middenspanning.

KOSTENPLAATJE

Voor de rendabiliteitsberekening werd uitgegaan van een koelcel op ammoniak. Het rendement op de investering (ROI) is berekend vanuit de meerkost om de investering te doen van de DCA-technologie op een bestaande ULO-koelcel. De DCA-technologie werd berekend ten opzichte van een ULO koeling met 1-MCP.

We gaan voor een standaard bedrijf ervan uit dat deze koeling dezelfde kwaliteit oplevert en er dus geen prijsverschil in het product zal zijn. De verschillen situeren zich op de kosten.

De investeringskosten in Tabel 3 zijn de kosten voor een systeem waarbij de investeringskosten hoog zijn en de servicekosten achteraf relatief laag.

Er bestaan ook systemen waarbij een relatief lage investeringskost wordt gevraagd per koelcel, bv. het systeem van Optiflux NV, maar waar men een jaarlijkse licentiekost per koelcel betaalt.

TABEL 3. ROI EN TERUGVERDIEN TIJD VAN DCA IN VERGELIJKING MET EEN ULO KOELCEL OP AMMONIAK (REF 2020)

Investeringskost DCA (euro) per koelcel	Standaard bedrijf ROI (%)	Standaard bedrijf terugverdiens tijd (jaren)
Met 30% VLIF subsidie		
8.000	290	3
10.000	218	4
12.000	170	6
14.000	136	7
16.000	111	9
18.000	91	11
20.000	75	12
Zonder VLIF subsidie		
8.000	261	4
10.000	189	6
12.000	141	8
14.000	107	10
16.000	81	12
18.000	62	13
20.000	46	15



SUBSIDIE- MOGELIJKHEDEN

Via VLIF zijn er subsidiemogelijkheden voor fruittelers die een investering willen doen in de DCA-technologie. De subsidie is geldig voor zowel aankoop voor een nieuwbouw als voor een grondige renovering met aanpassing naar DCA.

Je kan hiervoor **30% subsidie** ontvangen en dit voor de hele koelcel.

Als de teler of **één van de vennoten** in de firma **jonger** is dan **41 jaar** (bv. zoon of dochter) hebben ze bij een aanvraag in 2021 en 2022 recht op **40 %** ondersteuning.

Het is een **losse code**: je moet deze investering dus niet in een ander project steken, zoals de bouw van een loods.

Er is een **maximaal** subsidiabel **bedrag**. Voor de periode 2015-2022 ligt dit op **1.350.000 euro**, waarop dan de 30 of 40 % steun berekend wordt.

De **volledige frigo/koelcel** mag onder deze code aangegeven worden indien in deze frigo/koelcel voor **100% gecontroleerde atmosferbewaring (DCA) toegepast wordt**.

De **code** waaronder je dit inbrengt: **18046100**

Je bedrijf moet zijn **hoofdinkomen** uit **landbouwactiviteiten** halen.

