

S P R E N G E R I N S T I T U U T
Haagsteeg 6, 6708 PM Wageningen
Tel.: 08370-19013

RAPPORT NO. 501 (DIENSTGEHEIM)

ING. L. BAKKER

OVERDRACHT VAN ETHYLEEN VAN EEN
KOELCEL MET HARDFRUIT NAAR EEN
KOELCEL MET CHINESE KOOL OP DE
VEILING WEST-FRIESLAND-OOST

Uitgebracht aan de veiling WFO - Wervershoof
Order no. 288 (juli 1986)

INLEIDING

Op verzoek van de heer J.Veldhuis, directeur van de veiling WEST FRIESLAND OOST (WFO) te Wervershoof, is onderzoek verricht naar de ethyleenverwerking door actieve-koolscrubbers (AKS).

De te onderzoeken aks staat centraal aangesloten op 9 koelcellen en is vanaf medio december 1985 werkzaam op 7 koelcellen, waarin gescrubde-CA-bewaarcondities moet worden aangehouden.

In 6 koelcellen is hardfruit, appels of peren opgeslagen en in een koelcel Chinese Kool.

Omdat het Sprenger Instituut op de veiling WFO regelmatig praktijkonderzoek verricht, werd bij het Instituut begin december 1985 bekend dat de geschetste configuratie zou plaatsvinden. De veiling is daarop geïnformeerd over het feit dat er onvoldoende gegevens zijn over het ethyleenopname- en afgifteproces van de aks en over de hoge gevoeligheid van Chinese kool bij lange bewaring voor lage concentraties ethyleen. De vraag was of de aks als ethyleenpomp kan werken en ethyleen van de fruitkoelcel naar de groentekoelcel kan overhevelen, en hoe dit eventueel is tegen te gaan.

Bij bewaring van Chinese-kool wordt niet alleen een advies gegeven over de temperatuur en de kooldioxyde- en zuurstofconcentratie maar ook een, weliswaar voorlopig, advies over de maximum toegestane ethyleenconcentratie : ca. 1 ppm of 0,0001 % ethyleen.

Het onderzoek is uitgevoerd op 9 december 1985 door de heren L.bakker en H. Boerrigter van het Sprenger Instituut in aanwezigheid van de heer J.Bakker van de veiling WFO.

Doel actieve-koolscrubber

Het hoofddoel van de aks is om de door de produkten geproduceerde kooldioxyde uit de koelcel af te voeren. Om dit rendabel te doen wordt voor het CO₂-scrubben -spoelproces een precies afgemeten procestijd aangehouden.

Een aks adsorbeert en regenereert naast koolzuur- en zuurstofgas ook andere gassen, dus ook ethyleen. De aks-werking bestaat uit een ethyleenopname- en een ethyleenafgifteproces.

Uit de literatuur blijkt dat het opname- en afgifteproces voor ethyleen door actieve-kool anders zal zijn dan voor kooldioxyde.

Het is niet precies bekend of de aks, na eerst de hardfruitcellen bediend te hebben, ethyleen overbrengt in de koelcel met Chinese kool.

Informatie over ethyleen

Ethyleen is een gasvormig rijpings- en verouderingshormoon. Tijdens de bewaring van produkten kunnen hoge ethyleenconcentraties voorkomen. Dit kan afkomstig zijn van hardfruit of rijpende groente of van bijvoorbeeld uitlaatgassen van (vracht-) auto's.

Hoge concentraties ethyleen bij de bewaring van Chinese kool kan leiden tot aanzienlijke produktschade.

Enkele belangrijke en zichtbare effecten van ethyleen zijn vergeling en rotting. Het laatste is een secundair effect als gevolg van de vergeling. Een versnelde rijping kan eveneens een gevolg zijn van ethyleen.

De omvang van de schade is onder andere afhankelijk van de concentratie ethyleen, de bewaartemperatuur, de bewaarduur, de CA-conditie en de gevoeligheid van het produkt. Dit laatste is ook afhankelijk van de herkomst en het ras.

Uit eerder onderzoek is gebleken dat de gevoeligheid van Chinese kool voor ethyleen hoog is.

Ook is daaruit gebleken blijkt dat bij bewaring van Chinese kool bij 1 tot 100 ppm ethyleen en 0 à 1°C, na 5 weken meer geelverkleuring optrad dan bij 0 ppm ethyleen.

Verder is het mogelijk dat een verhoogd koolzuurgehalte remmend werkt op het effect van ethyleen.

Informatie over enkele WFO-gescreubde CA-koelcellen

Bij de aanvang van het onderzoek is van een aantal gescreubde-CA-koelcellen, door meting of inventarisatie (van ook latere WFO-computeruitdraai- of registratiepapieren), een aantal koelcel gegevens verzameld waaronder de momentane ethyleenconcentratie (of e.c.).

De metingen van de e.c. in dit onderzoek zijn verricht met een gaschromatograaf. De volumineuse gaschromatograaf kon niet in de nabijheid van de aks worden gebracht. De metingen konden daarom niet continu worden gevolgd. De metingen zijn via gasmonsternamen uitgevoerd. De koelcelgegevens staan in tabel 1.

Tabel 1: Gegevens van enkele gescrubde CA-koelcellen

koelcel no.	ethyleenconcentratie		produkt	etmaal gemiddelde van		scrubtijd* (scrubproces) in minuten per koelcel	scrubber no.	indicatie	
	in ppm	ras		CO ₂ - en O ₂ -conc. op 9-10-1985	CO ₂ in %				O ₂ in %
20	7,6-7,8	Elstar	60	0,72	2,06	83	1,4	II	175
26	144,5-148,0	Golden D.	165	4,19	2,99	23	0,14	II	400
50	52,1-52,3	Jonagold	60	4,72	3,20	3,6	0,06	V	175
55	4,9	Conference	206	0,51	3,02	167,0	0,80	V	400
56	0,18	Chinese kool	46,2	3,13	3,00	17,0	0,37	V	400

* De scrubtijd is berekend over een periode van een aantal weken direct na de onderzoekdatum

Ethyleenconcentratie in de koelcellen

Vaak is de e.c. tweemaal gemeten, hetgeen verschillende uitkomsten opleverde. Opvallend is dat de e.c. in de koelcel met Golden Delicious veel hoger is dan die in de koelcel met peren. Uit veilingmetingen en -registratiepapieren van latere data blijkt dat e.c. in de koelcel met Jonagold naar eenzelfde niveau stijgt als nu in de koelcel met Golden Delicious is gemeten. In de koelcel met Chinese kool is de e.c. bijzonder laag.

Ethyleenniveau en aks-scrubtijd

Hardfruit produceert aanzienlijk (100 x tot 500 x) meer ethyleen dan groente-produkten. Over de ethyleenproductie van hardfruitrassen onderling is weinig informatie. Amerikaanse literatuur geeft aan dat peren minder ethyleen produceren dan appels. Bekend is dat een aks niet alleen CO₂ scrubt maar ook ethyleen.

In tabel 1 is te zien dat een lage e.c. aanwezig is in een koelcel waarin veel wordt gescrubd. De e.c. in de koelcel met Elstar is van dezelfde grootte als die van de perenkoelcel. De dagelijkse scrubtijd van de elstarkoelcel is evenwel per ton produkt ca. 80% hoger dan de scrubtijd van de perenkoelcel. De aks werkt in zekere zin ook als ethyleenscrubber, anders zou de e.c. in de koelcel met Elstar veel hoger zijn.

CO₂-scrubben versus ethyleenscrubben met aks

De tijdsduur van het spoelproces van de aks wordt afgestemd op het optimaal afspoelen van de CO₂ van de actieve-kool. Deze tijdsduur wordt door de automatische meet-en-regelinstallatie bepaald aan de hand van de verhouding van de CO₂-concentratie van de afvoerlucht van de aks en van de lucht in de koelcel waarop de aks na het spoelproces wordt aangesloten.

Tevens is de regeling zo uitgevoerd dat de aks doorgeschakeld kan worden van een koelcel met een lage CO₂-concentratie naar een koelcel met een hoge CO₂-concentratie. Verder is er in ondergebracht dat de aks niet geschakeld wordt van een koelcel met een hoge CO₂-conc. naar een koelcel met een lagere CO₂-conc. In dat geval wordt eerst een lang spoelproces doorlopen.

Om een indruk te hebben van het ethyleenscrubben en -spoelen is een aantal metingen van de e.c. gedaan van de lucht die door de aks stroomt.

ETHYLEENCONCENTRATIEVERLOOP VAN AKS - DOORVOERLUCHT

Om te bepalen of de aks in de huidige opstelling geschikt is voor het scrubben van Chinese kool, is een aantal metingen van de ethyleenconcentratie verricht van de lucht die door de aks stroomt.

De werking van de aks is te verdelen in twee processen: het opnemen of scrubben van ethyleen en het regenereren of spoelen van ethyleen.

Tijdens beide processen zijn e.c.-metingen verricht. In tabel 2 staat de e.c. van de lucht uit de ruimte (corridor) van waaruit de aks-spoellucht wordt betrokken, en ook de e.c. van de buitenlucht buiten het koelcellencomplex (ter hoogte van de luchtcondensoren).

Tabel 2 : E.C. in spoelluchtruimte en in buitenlucht

meetplaats ethyleenconc.	ethyleenconcentratie in ppm
standplaats AKS = aanzuigruimte	0,35-0,38
buitenomgeving veiling bij luchtgekoelde condensoren (is nabijheid standplaats AKS)	0,05-0,06

Opmerking: De ethyleenconcentratie in de 'normale' buitenlucht bedraagt ca. 0,003-0,005 ppm ethyleen.

E.C.-verloop bij scrubben van koelcel 50 met HOGE ethyleenconcentratie

Van de koelcellen 50, 55 en 56 heeft koelcel 50 de hoogste e.c. In deze koelcel staat ca.60 ton Jonagold opgeslagen bij 4,7% CO₂ en 3,2% O₂; de aks scrubt op deze koelcel dagelijks gemiddeld ca.3,6 minuten. Bij de aanvang van het onderzoek was de e.c. ca.52,2 ppm ethyleen. Het e.c.-verloop van de cellucht die tijdens het scrubben door de aks wordt gevoerd staat in tabel 3.

Tabel 3: E.C.-verloop bij SCRUBBEN koelcel 50 met HOGE ethyleenconcentratie

lucht scrubber in (afkomstig uit koelcel 50)		lucht scrubber uit (naar koelcel)	
tijdstip proces in minuten	ethyleenconc. in ppm	tijdstip proces in minuten	ethyleenconc. in ppm
1	49,6	1	3,5
6	44,1	3	4,4
15	39,7	5	10,0
16	31,5	10	25,0
		12	30,2
		15	32,7

Het luchtdebiet van de aks is ca. 400 m³/h.

De hoeveelheid lucht die tijdens deze meting door de aks is gevoerd, is ongeveer evengroot als de vrije luchthoeveelheid van de koelcel.

Na ca. 16 minuten CO₂- en ethyleenscrubben is de e.c. in de koelcel gedaald van 49,6 naar 31,5 ppm. De e.c. van de toevoerlucht is opgelopen van 3,5 ppm naar 32,4 ppm. De aks heeft na de scrubactie een verzadigingsgraad van ethyleen van minimaal 32,4 ppm.

E.C.-verloop bij SPOELEN

Direct na het scrubben van koelcel 50 met een hoge e.c. volgt een spoelproces. De spoellucht die daarvoor door de aks wordt gevoerd, wordt betrokken van de corridor of de ruimte waar het aks-apparaat staat opgesteld. De afvoer- of afge- werkte spoellucht wordt getransporteerd naar de ruimte gelegen boven de genoemde corridor.

Het e.c.-verloop van de afvoer-spoellucht staat in tabel 4 .

Tabel 4: E.C.-verloop bij SPOELEN na scrubben van koelcel met HOGE e.c.

lucht scrubber in (lucht van corridor)		lucht scrubber uit	
tijdstip proces in minuten	ethyleenconc. in ppm	tijdstip proces in minuten	ethyleenconc. in ppm
1	1,04	0,5	32,3'
16	0,5	3	27,2
		7	17,2
		14	10,8
		39	0,5

Tabel 4 geeft aan dat de ethyleen die tijdens het scrubben door de aks is ge-adsorbeerd, weer met behulp van relatief schone ethyleenvrije lucht van de actieve-kool wordt gespoeld.

E.C.-verloop bij SCRUBBEN van perenkoelcel 55 met LAGE ethyleenconcentratie

Het e.c.-verloop van de aks-lucht is gemeten bij het scrubben op koelcel 55 met een lage ethyleenconcentratie. In deze koelcel staat ca. 206 ton conference-peren opgeslagen bij 0,5% CO₂ en 3% O₂. De aks is op deze koelcel dagelijks, inclusief spoelen, ca. 5 uur in bedrijf. Bij aanvang van dit onderzoek bedroeg de e.c. van deze koelcel 4,9 ppm ethyleen. Het meetresultaat staat in tabel 5 .

Tabel 5: E.C.-verloop bij SCRUBBEN van koelcel 55 met LAGE ethyleenconc.

lucht scrubber in (lucht van corridor)		lucht scrubber uit (lucht naar koelcel)	
tijdstip proces in minuten	ethyleenconc. in ppm	tijdstip proces in minuten	ethyleenconc. in ppm
1	5,2	0	2,8
16	4,9	10	2,69
		14	3,4
		17	3,64

Het e.c.-verloop van de in- en uitgaande lucht vertoont eenzelfde beeld als gevonden is bij de metingen tijdens het scrubben van koelcel 50. Het e.c.-niveau is natuurlijk een orde van grootte kleiner. De e.c. in de koelcel is na het scrubben iets lager. De actieve-kool heeft na het scrubben een verzadigingsgraad van

ethyleen van minimaal 3,6 ppm.

E.C.-verloop bij SPOELEN

Direct na het scrubben wordt de aks weer gespoeld. Ook aan dit proces is gemeten. De resultaten ervan staan in tabel 6.

tabel 6 : E.C.-verloop bij SPOELEN direct na scrubben koelcel met LAGE e.c.

tijdstip proces in minuten	ethyleenconcentratie in ppm
0	3,72
5	3,96
14	3,03
20	2,19
22	1,90
24	1,64
27	1,37
31	1,03
34	0,88

Tijdens het spoelen is alleen de e.c. gemeten van de afvoerlucht. Het e.c.-verloop vertoond echter niet hetzelfde beeld als bij spoelen na scrubben van koelcel 50 is gemeten. In vergelijking met tabel 4 kost het afspoelen van ethyleen zeker 100% meer tijd! Een verklaring hiervoor is niet direct voorhanden. Verder onderzoek moet hierover meer duidelijkheid geven.

E.C.-verloop bij SCRUBBEN van koelcel met CHINESE-KOOL

Voordat de aks gaat scrubben op de koelcel met Chinese kool is, in het kort het volgende gebeurd: scrubben van de perenkoelcel met een lage e.c. gevolgd door het regenereren of afspoelen van de aan de actieve-kool gehechte CO₂ en ethyleen. De e.c. van de aks-afvoerlucht is daarbij verlaagd tot 0,88 ppm. Het e.c.-verloop van de aks-doorvoerlucht tijdens het scrubben van de koelcel met Chinese kool is gemeten en staat in tabel 7.

tabel 7 : E.C.-verloop bij SCRUBBEN van koelcel met CHINESE KOOL

lucht scrubber in (van koelcel)		lucht scrubber uit (naar koelcel)	
tijdstip proces in minuten	ethyleenconc. in ppm	tijdstip proces in minuten	ethyleenconc. in ppm
1	0,17	2	0,78
11	0,22	4	0,79
		5	0,95
		10	0,90

De e.c.-metingen in tabel 7 suggereren een stijgende en later, na 5 minuten proces-tijd, een dalende lijn van de e.c. van de gemeten lucht.

Uit tabel 6 blijkt echter dat e.c.-verandering van de uitgaande lucht pas na ca. 14 minuten daalt en eerder nauwelijks verandert. Vanuit dat oogpunt wordt gesteld dat de eerder in tabel 7 aangegeven e.c.-verandering in werkelijkheid kleiner is geweest. De e.c.-waarde is gedurende de eerste 10 minuten ca. 0,85-0,9 ppm geweest. Een continue i.p.v. een gasmonstermeting zal altijd een meer preciese meting geven.

De ethyleenconcentratie van de lucht die de aks naar de koelcel met Chinese-kool vervoerd is via de aangehouden werkwijze lager dan 1 ppm ethyleen.

Advies Sprenger Instituut direct na afloop metingen

Direct na het onderzoek werd de gescrubde-CA- bewaring van de chinese-kool in de eerder beschreven configuratie van installaties verder vervolgd.

Door het Sprenger Instituut is het volgende advies gegeven.

Het in bedrijf stellen van de aks op de koelcel met chinese-kool dient in deze situatie handmatig en niet via de automatische regel- of computerinstallatie te worden verricht. Via de etmaaloverzichten of computeruitdraaien kan bepaald worden of het scrubben van de koelcel wenselijk is. Voordat tot scrubben wordt overgegaan moet de betreffende aks eerst een spoelproces doorlopen met een procedure van tenminste 45 minuten. Om veel man- of arbeidsuren te voorkomen kan in navolging daarop de aut.regelinstallatie verder voor het scrubben worden ingeschakeld. Daarbij moet de instelling van de regeling zo zijn dat een tussentijds overspringen van de aks naar een andere op de aks aangesloten fruitkoelcel onmogelijk is. Aangegeven is verder dat de spoellucht die tijdens het onderzoek voor de aks is gebruikt, voldoende ethyleenvrij was. Niet voorspeld kon worden of dat zo zou blijven. Aangeraden is de spoellucht te betrekken uit de buitenlucht, bijvoorbeeld via de plaats waar de luchtgekoelde condensoren staan opgesteld.

Opmerking:

Uit de latere WFO-registratiepapieren blijkt dat de chinese-kool ca. 10 weken gescrubd-CA is bewaard en dat dat de aks in de 3-e week van die bewaarperiode

voor de eerste maal op de koelcel gescrubd heeft. Een indicatie van de ethyleenconcentratie tijdens de verdere bewaarperiode is niet via die papieren te achterhalen. De reden is dat de WFO-ethyleenmeetmethode, via de NH₃-detectieve methode, vooral in het gebied van 100 ppm ethyleen en lager geen juiste meetwaarde geeft.

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

1. Een actieve-koolscrubber aangesloten op meerdere gescrubde-CA-koelcellen, waarin hardfruit en in een koelcel Chinese kool wordt bewaard, prompt ethyleen over van de koelcel met hardfruit naar de koelcel met Chinese kool.
2. Om de ethyleentoevoer afdoende te beperken dient de aks, voor het in bedrijf stellen op de koelcel met Chinese kool, een spoelproces te doorlopen met een duur van ca. 45 minuten.
3. De spoellucht die voor het spoelproces wordt gebruikt dient voldoende vrij te zijn van ethyleen. Dit wordt bereikt als de spoellucht betrokken wordt van de buitenlucht, bijvoorbeeld van de plaats waar de luchtgekoelde condensors staan opgesteld.
Het aanzuigen via het dak van het koelhuis, tenminste in de directe nabijheid van de dakventilatieopeningen, wordt afgeraden.
4. Het is duidelijk dat dit onderzoek verricht is op basis van de stand van het onderzoekresultaat dat tot op heden beschikbaar is. M.b.t. de invloed van ethyleen op de produktkwaliteit, kan bijvoorbeeld niet precies worden aangegeven wat en hoe groot het verschil is tussen het bewaren van Chinese kool bij 0,2 ppm en 1 ppm. De laagst genoemde e.c. moet door de bewaarder in de huidige configuratie worden geaccepteerd omdat deze e.c. door het produkt zelf in een vroeg stadium van de bewaarperiode en zonder invloed van de actieve-koolscrubber is gecreeerd.
Informatie over de mogelijke meerschade door een iets hogere e.c. moet uit ander en toekomstig onderzoek blijken.