

KA-lager, lauslager og hurtignedkjøling



Jon Olav Forbord
Rådgivar , NLR Trøndelag

Tema

- KA-lager = lager med manipulert luftsammensetting – kontrollert atmosfære
- Lauslager = lagring av bulkvare
- Hurtigkjøling = rask nedkjøling av produkt for å auke haldbarheita i omsettinga
- CO₂ i lagerlufta
- Lagringstemperatur - muligheter

Kontrollert atmosfære

- KA – lager er ein aktuell lagringsmetode til noen grønsaker
 - Redusert O₂ innhald i lufta, frå 2-3 – 8 % O₂ (Normalt 21 %)
 - Høgere CO₂ innhald i lufta, frå 0,04 – 10 % CO₂
- ULO-lagring er ein variant av KA lager
 - Blir brukt til lagring av frukt, særleg eple og litt pære
 - Ultralågt oksygeninnhald i lagerlufta – om lag 1 %
 - Noe høgare CO₂ innhald – om lag 3%



KA-lager er noe brukt på kinakål

KA-lagring

- Målsetting
 - Redusere respirasjon og etylenproduksjon
 - Må balanserast mot stress, som kan auke etylenproduksjonen => påskynder nedbrytinga
 - Høgare innhald av CO₂ hemmer ACC syntesen – som er nøkkelfaktoren i etylenbiosyntesen
 - ACC-oksidase blir stimulert av lågt CO₂ innhald og hemma av høgt innhald
- Optimal KA fører til
 - Reduserer tapet av klorofyll – held på grønfargen
 - Senker farten på celleveggnedbrytinga
 - Reduserar tapet av syre, omdannig av stivele til sukker
 - Redusert tap av flyktige smaksstoff
 - Redusert tap av askorbinsyre og andre vitaminer



KA-lagring

- Teknisk krevande metode
 - Huset må vera velisolert og forseгла
 - Må kjørast trykktest før endring av atmosfære
- Aktuelle produkt
 - 6 – 12 mndr lagringsperiode – noen eple- og pæresortar
 - 3 - 6 mndr lagring – kål, kinakål
 - 1 – 3 mndr lagring – Kirsebær og plommer
 - < 1 mnd lagring – Brokkoli, salat, jordbær, friskkutta frukt og grønt
- MAP – modifisert atmosfærepakking – for friskkutta produkt

KA-lager?

- Gulrot = uaktuelt, etylen => bitter gulrot
- Pastinakk = uaktuelt, etylen => bitterheit
- Knollselleri – kanskje: 2-4 % O₂ og 2-3 % CO₂
- Rotpersille - tja, aktuell atmosfære er 5 -10 % O₂ og 5 -10 % CO₂

(Ref: micantwell@ucdavis.edu)

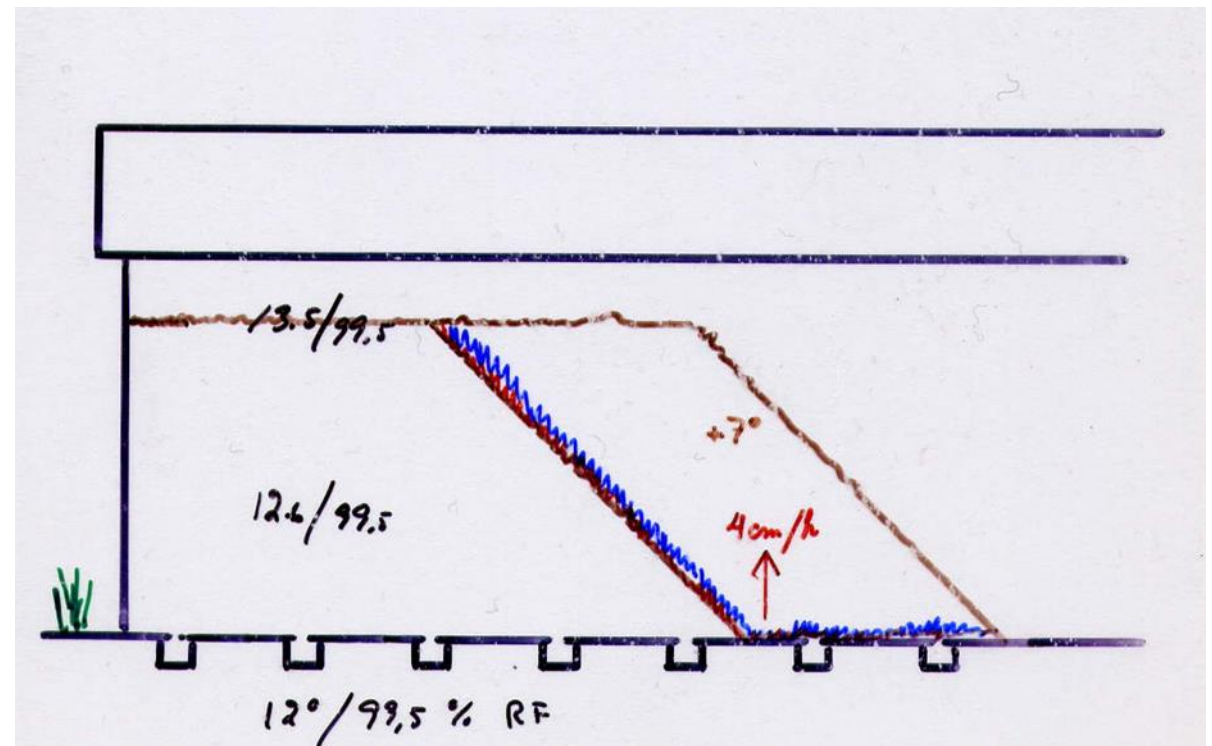
Lauslager

- Mest kjent til potet
- Effektivt system for lagring av fabrikkpotet
- Kanal under golvet
- Effektiv varmetransport
- Godt egna for kjøling med uteluft
- Kan lagre potet 4 -6 m høgt
- Arbeidseffektiv
 - Innlegging
 - Utlasting
- Finst system for lause kanalar på golv
 - Halvrunde kanalar
 - Kan gjøre om lagerbygg til potetlager
 - Krev nok veggstyrke



Lauslager

- Potet
 - Største utfordring i Norge er risiko for variert kvalitet eller temperatur under opptakinga
 - Kald potet på varm potet gir kondenssone.
 - Opptørkinga (tørkefronten) flytter seg 4 cm oppover pr. time (Hylmo & al, 1975)



Teikning: Alf Johansson

Lauslager

- Kostnadseffektiv lagringsmetode
- Andre aktuelle produkt enn potet?
- I Canada har dei ein tabell som tilseier bruk av lauslagring til:

Vekst	Tettheit kg/m ²	Lagringshøgde, m	Respirasjon W/tonn		
			0° C	5° C	16° C
Kål	500	2,0-3,0	10-12	25-30	70-100
Gulrot	550	3,0-4,0	10-13	17-20	60-80
Pastinakk	550	2,5-3,6	10-20	16-40	60-80
Gresskar	600	3,0-3,6			
Kålrot	600	3,0-3,6	6-8	10-15	25-40

Tettheita varierer 10-15 % avhengig av sort og storleik



Kålrot har ei utfordring med kasselagring =>lauslager?

Gulrotkvitflekk (?) lever på trekassar

Kanskje andre sjukdommar

Men kan redusert risiko for lagringssjukdommar bli oppvegd av handteringsskadar?

Effektiv kjøling – produkttemperatur - hurtigkjøling

- Effektiv kjøling starter med haustinga
 - Veksttid
 - Tidleg morgon
 - Skygge
 - Tid (frå hausting til kjøling)
 - Utnytt nattkulde
 - Kålrot
 - Gulrot
 - Kål

«Terrorbalanse» produkt - skadegjørar

- Smittenivå
- Produktets «kondisjon»
- Luftfuktigheit
- Temperatur
- Frisk luft
- Eit kjølelager kan aldri bli eit sjukehus



Kondens/vasstoleranse

- Ekte røter, gulrot og pastinakk reagerer positivt på friskt vatn
- Oppsvulma rothalsar og stengel, som kålrot og selleri, er tolerante for midlertidig overflatefukt
- Bladgrønsaker, kvitkål og kinakål, bør ikkje utsettast for kondens.
- Alle har same krav til relativ luftfuktigheit



Kvifor forkjøling/hurtigkjøling

- Hemmer vekst av nedbrytande organismar
- Reduserar enzymaktiviteten
- Reduserar tap av vatn frå hausta produkt
- Reduserar respirasjon og etylen(C_2H_4)frigjøring
- Gir rask sårheling

Pre-cooling of Fruits and Vegetables

Effect of pre-cooling

Pre-cooled -
Alive & Happy



Not-Precooled-
Faster Sick and Die



End

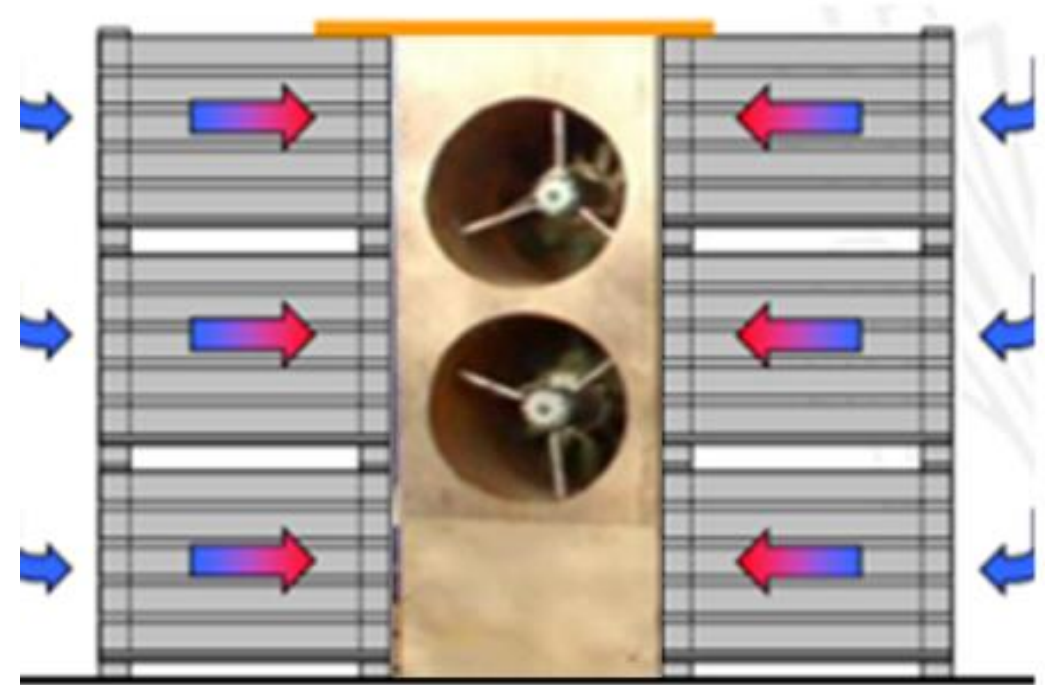
Previous

Next



Kjølemetodar

- "Tvungen luft" – kjøling (sug)
- Hydrokjøling
 - Vatn som kjølemedium (nedsenking)
 - Krev spesiell emballering
- Vakuum og vassdamp vakuumkjøling
 - Bladrike grønnsaker
- Ising (er eller var vanlig for brokkoli i USA)
- Vatn (spray/dusjing)
- Tørris
- Romkjøling – tidkrevende
 - CA-lagring



Oppstilling for tvungen luftgjennomgang med sug

Kjølemetodar

		Tvungen luft	Hydro	Vakum	Dusj (vatn)	Is	Rom
Vanlig nedkjølingstid, timar		1- 10	0,1 - 1	0,3 - 2	0,3 - 2	0,1 - 0,3	20 - 100
Tap av vatn fra produkt, %		0,1 -2	0 -0,5	2,0 -4,0	Ingen data	Ingen data	0,1 - 2,0
Produktkontakt med vatn		N	J	N	J	J	N
Oppsmitting av råte (potensial)		Låg	Høg	Ingen	Høg	Låg	Låg
Kapitalkostnad		Låg	Låg	Medium	Medium	Høg	Høg
Energieffektivitet		Låg	Høg	Høg	Medium	Låg	Låg
"Stenge ut vatn" emballasje		N	J	N	J	J	N
Flyttbar		Tja	Aldri gjort	Vanlig	Vanlig	Vanlig	N

Hydrokjøling

- Hydrokjøling (av hydro = væske)
 - Nedkjøling gjennom nedsenking i isvatn eller spyling (dusjing) med (is-)vatn
 - Friskt vatn er nøytralt og frå produktsynspunkt heilt uproblematisk
 - Hydrokjøling er ekstremt skånsamt og effektivt
 - Kjøling skjer gjennom direktekontakt med vatn og heilt utan vekttap
 - I visse situasjonar kan det bli noe vassopptak
- Alle produkt som toler hydrokjøling bør blir det!
 - Asparges, bønner, betar, brokkoli, gulrot, selleri er mellom dei som kan hydrokjølast



Vakuumkjøling

- Vakuumkjøling er prinsipielt den rake motsettinga av hydrokjøling
 - Alt kjølearbeid skjer gjennom fordamping av vatn
 - Derfor viktig å utnytte eventuell feltfukt eller dogg som finst på produktet
 - Det frie vatnet går først og vernar produktet mot uttørking
 - Viktig med kort tid mellom hausting og kjøling
- Produktet blir plassert i eit trykkar før senking av lufttrykket så langt at temperaturen blir 2 °C.
 - Den kraftige fordampinga krev varme, som i hovudsak blir tatt frå produktet
- Vakuumkjøling er best egna til bladgrønsaker med stor overflate og liten masse
 - Stangselleri, salat, erter og blomkål er vekstar som toler vakuumkjøling
- Dyr kjølemetode. Må i tillegg ha eit godt kjølerom for korttidslagring før levering



Konteinar for kjøling av 8 pallar

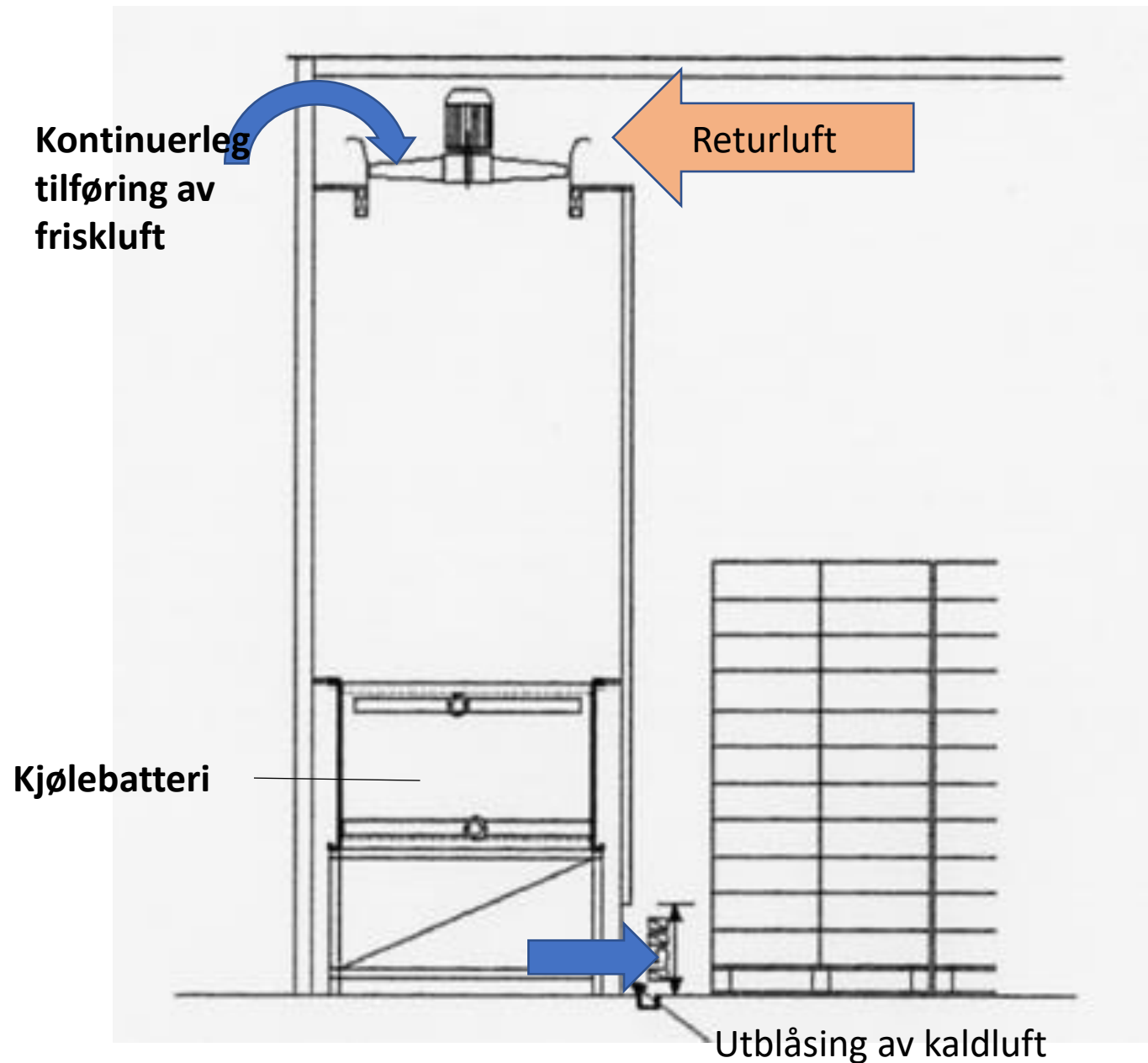
Hurtigkjøling

- **Kort oppsummering**
- Hurtigkjøling av produkt er nødvendig for å fjerne felt- og respirasjonsvarme, og vernar produktet frå mange uheldige effektar
- Ulike metodar for hurtigkjøling, som romkjøling, hydrokjøling, tvungen luft kjøling (sug), vakuumkjøling er alle metodar som kan brukast i grønsaker og frukt
- Metode må veljast etter produkt
- Det er alltid tilrådeleg å hurtigkjøle produkt med ein gong det er hausta



Hurtigkjøle for

- Gulrot
- Hjertesalat
- Isbergsalat
- Blomkål
- Brokkoli
- Kinakål
- +++



*Skjematisk teikning av kjøletårn med kjølebatteri og vifte for utblåsing av kald luft nede ved golvet. Stabel med produkt som skal kjølast står attmed.
Teikning: Alf Johansson*

Våtkjøling

- Tradisjonelle kjøleanlegg (DX-anlegg) har utfordringer med luftfuktigheita.
- Anlegg med ΔT på 4-5 °C, når romlufta er 0 °C, har utfordringer med luftfuktigheita
 - Luft som passerar gjennom fordamparen vil bli avkjølt til meire enn doggpunktet (- 1 - -3 °C)
 - Gir gjenfrysing av fordampar
 - Når kjølelufta blir blanda med romlufta, blir den temperert til om lag 0 °C
 - Dess kaldare kjølelufta får fordampar, dess meire vatn blir fjerna frå produkta
- Med DX-kjøling må vi leve med at vatn frå produkta føres ut av systemet utan at ein kan sette ein effektiv stoppar for det (sitat: Per Roer, Inst. For bygningsteknikk, NLH. SFFL nr 10/1986)
- Løysinga kom frå USA og vart kalla: Våtkjøling

Prinsipp for våtkjølingsanlegg - 1985

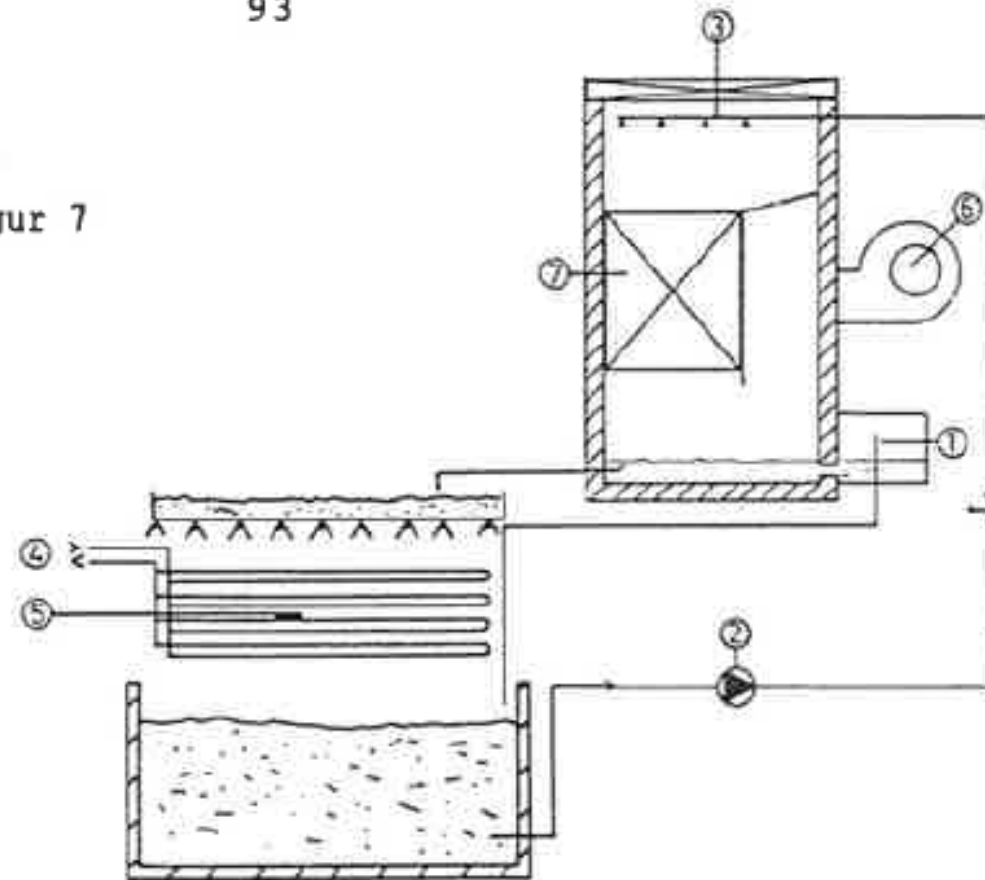
93

b. Sentralt system.

Dette er vist i figur 7

Sentral våtkjøler

- 1 vannreservoar
- 2 vannpumpe
- 3 dyser
- 4 fordampar
- 5 føler for istykkelse
- 6 vifte
- 7 "Filacell"-enhet



Filacellanlegg

Oppfuktningseining kor all luft som passerar blir overisla av vatn. Gir luft med 0,1-0,2 °C og RH opp i 98-99%

Lagringsforsøk med våtkjøling

Tabell I

RF	Vekttap i % pr. måned	
	Gulrot	Hodekål
90-95 lab.forsøk	1,4 (0,9-1,6)	1,7 (1,2-1,9)
98-100 lab.forsøk full skala	0,2 (0,1-0,3)	0,3 (0,2-0,4)
	0,2 (0,0-0,7)	0,5 (0,0-0,9)

Tabell II

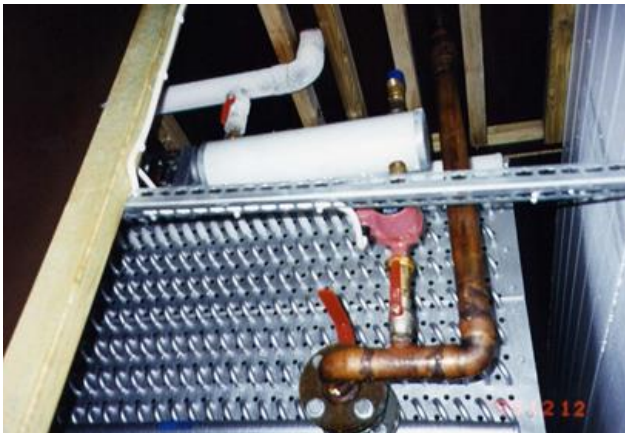
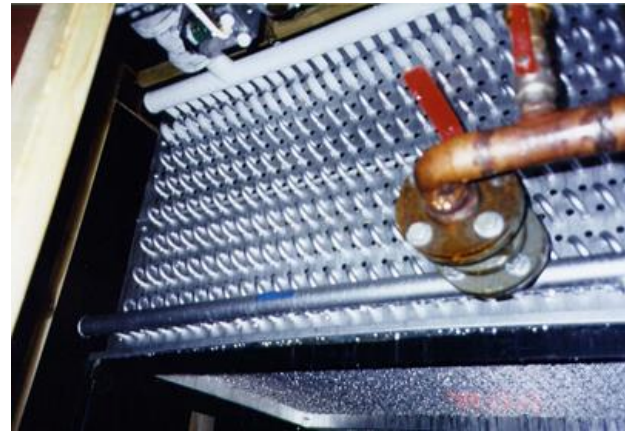
RF	temp. °C	vekt %-andel med noe råte (gj.sn. av 4 sorter)
90-95	0-1	46 (variasjon 20-100)
98-100	0-1	34 (variasjon 15-50)

Lagringsforsøk med gulrot og kål, med høg og låg luftfukt, Van den Berg, L and Lentz, C.P.: High humidity storage of carrots and cabbage.

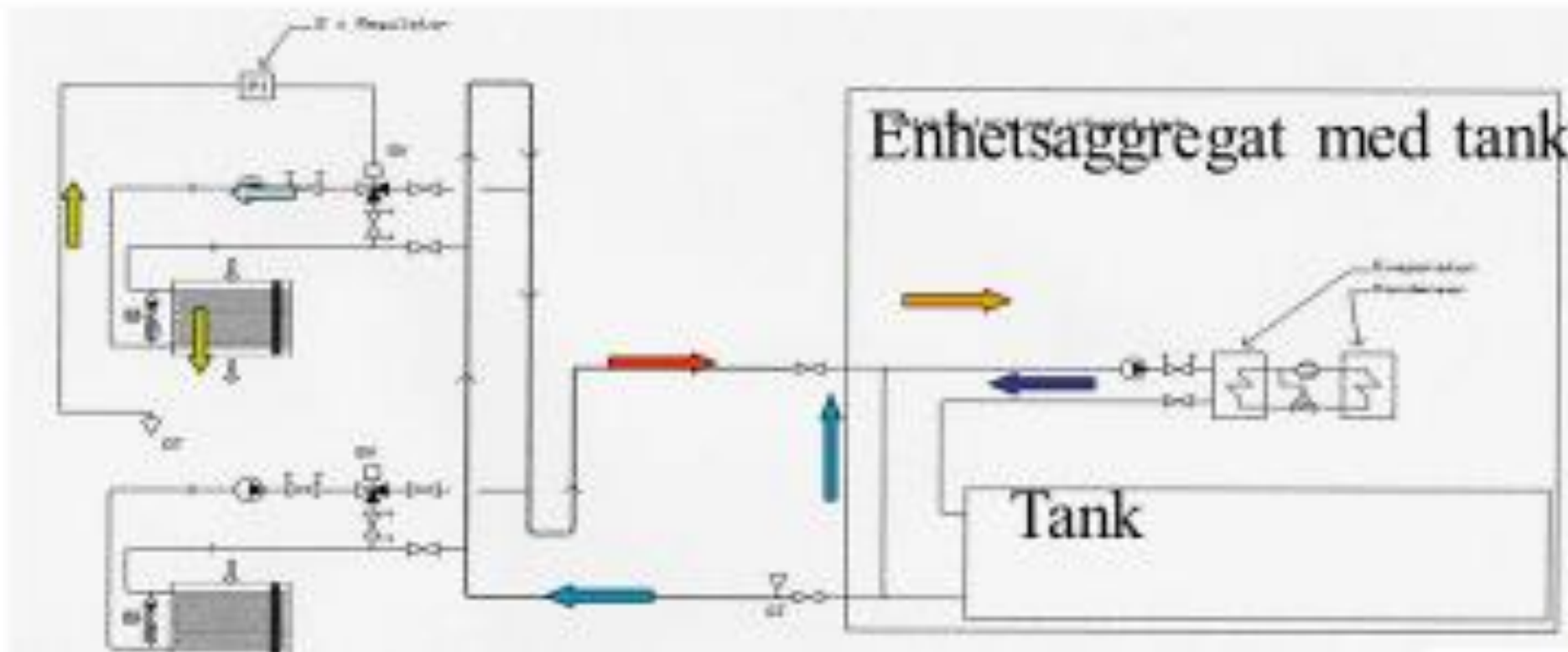
International Institute of Refrigeration Bulletin. 1966, 335 -344

Våtkjøling i dag

- Lagerklimaet er heilt avhenging av utforminga av kjølebatteriet og funksjonen
- **Høg luftfukt får ein ved å ikkje ta bort fukt!**
- **Medstrømsfunksjon og djupt batteri**
- **Avriming først ved temp. ≤ 0.5 °C**
- **Avriming med gjennomstrømmingsvarme**
- **Velprøvd metode utvikla av Alf Johansson**



Glykolløysing (30 %) som kjølebærer klarer alle klima – og miljøkrav



Produkt og lagringsklima - langtidskjøling

- **Gulrot** -0.3 - +1.0 °C >100% RH (tåke)
- **Kålrot** -0.2 - +1.0 °C >98% RH
- **Raubeter** -0.3 - +0.5 °C >98% RH – eller 4 °C ved
DX-kjøling
- **Selleri** +0.0 - +1.0 °C >98% RH
- **Kvitkål** -0.2 - +1.0 °C >98% RH
- **Kinakål** +0.2 - +2.0 °C >98% RH
- **Purre** ÷2.0 - ÷ 1.0 °C >98% RH

CO₂ – innhald i lagerlufta

- Respirasjon = produksjon av CO₂
- Respirasjonsrate på 1 mg CO₂ kg⁻¹ t⁻¹ => 61,2 kcal tonn⁻¹ døgn⁻¹ = 71,2 Watt
 - Mye CO₂ i lagerlufta er indirekte eit uttrykk for vekttap pga. stor respirasjon
 - Mye varme som skal fjernast
- Auka CO₂ – innhald i lufta er gunstig for noen produkt og gir redusert respirasjon, forseinkar aldring og sjukdomsutvikling, jmf. KA-lagring
 - Indirekte kan dårleg luftveksling føre til auka etyleninnhald i lufta = motsett effekt CO₂
 - Mye etylen => bitterstoff i bl.a. gulrot, pastinakk og rotpersille
- Gamle lager, som regel trebygg, er ikkje potte tette. Det hjelper.
- Nye lager i stålsandwich og betongsandwich er potte tette => må ha kontroll på luftskiftinga.

Klimaendring – kjølebehov og haustekapasitet

- Åndingsvarmen aleine kan komme opp i 50 – 70 w/m³, som kanskje er større enn kjølekapasiteten?
 - Bruk uteluft
 - Ta opp i "sakte fart" => annakvar dag om nødvendig
 - Nytt kjølesystem eller hurtigkjøling
 - *Bruk fagfolk - NLR tar planlegginga*