

# Refrigeration System Cool Storage And Food Preservation Method

Presented by

U Hteik Tinn Htutt (U Nay Win)  
Project and Technical Director  
Royal Eagle Electronic Company  
(23<sup>th</sup> May 2026)

What is the difference between  
Air Conditioning  
and Refrigeration Cool storage?

## Air Conditioning (A/C)

### ရည်ရွယ်ချက်

လူနေထိုင်ရန် Comfortable ဖြစ်စေရန်။  
အဓိကမှာ “Human Comfort” ဖြစ်သည်။

### Human Comfort ဆိုတာဘာလဲ

လူတစ်ယောက် comfortable ဖြစ်ရန်

•Temperature

•Humidity

•Air movement

•Air cleanliness

တို့ balance ဖြစ်ရသည်။

### A/C က ထိန်းသိမ်းသည့် အရာများ

#### (1) Temperature

လူအတွက် သက်တောင့်သက်သာဖြစ်စေရန်

#### Typical Comfort Temperature

*22°C to 26°C*

#### (2)Relative Humidity

Comfort RH:

*40% to 60% RH*

**(3) Fresh Air / Ventilation**

CO<sub>2</sub> မတက်စေရန်

**(4) Air Filtration (IAQ) Indoor Air Quality**

Dust, bacteria, odor ဖယ်ရှားရန်

**(5) Air Distribution**

Draft မဖြစ်စေရန်

**Refrigeration vs Cool Storage vs Air Conditioning**

အရေးကြီးသော Concept

**Refrigeration**

“Make things cold”

**Cool Storage**

“Preserve quality and extend life”

**Air Conditioning**

“Make humans comfortable”

**ဥပမာဖြင့် နားလည်ရန်**

**Freezer**

Chicken ကို -18°C ထိအေးအောင်လုပ်သည်။

→ Refrigeration

**Potato Cold Room**

အာလူးကို ၆ လ မပုပ်စေရန်

Temp + RH + ventilation ထိန်းသည်။

→ Cool Storage

**Office A/C**

လူအလုပ်လုပ်လိကောင်းအောင်

24°C, 50% RH ထိန်းသည်။

Feature	Refrigeration	Cool Storage	Air Conditioning
Main Purpose	Cooling product	Long-term preservation	Human comfort
Main Control	Temperature	Temp + RH + Gas	Temp + RH + Air quality
User	Product	Product	Human
Temperature	Very low	Controlled	Comfortable
Humidity	Sometimes	Very important	Comfort range
Typical Temp	-25 to 5°C	0–15°C	22–26°C
Typical RH	Variable	Product specific	40–60%
Example	Freezer	Potato storage	Office A/C

# **CONTENT**

- **Introduction to Refrigeration**
- **Refrigerants**
- **Vapour Compression System**
- **Application of Refrigeration**
- **Emerging Refrigeration Technologies**
- **Cold Storage**
- **Classification of Refrigerated Storage**
- **Design of Cold Storage**
- **Energy Saving Concepts & Practices for cold storage.**



# Introduction of Refrigeration





1. Texchem Marine Labutta Limited Labutta
2. Ayeyarwady MEF International Co., Ltd Labutta
3. Pyi Phyo Tun International Co., Ltd. Kyun Su PP Thanintharyi, Myeik
4. Ayeyarwaddy Fisheries Limited Pathein PP Ayeyarwady
5. Htun Nay Linn Co., Ltd Yangon PP Yangon
6. MIN ZAR NI CO LTD Yangon
7. Shwe Yamone Manufacturing Company Limited Yangon
8. Mega Marine Frozen Sea Food Co., Ltd Yangon PP Yangon
9. May Yu Marine Products Co., Ltd Yangon
10. Twin Brothers Seafood Cold Storage Yangon
11. Shwe Ngar Processing & Cold Storage Plant Yangon
12. Myint Myat Hein Co., Ltd Yangon
13. Ghani Win International Modern Processing Plant And Cold Store Yangon
14. Shwe Myanmar Cold Store Yangon PP Yangon 23/11/201

# Refrigeration and Cool Storage System ဆိုတာ ဘာလဲ?

**Refrigeration System** ဆိုတာ အပူ (Heat) ကို အပြင်ဘက်သို့ ထုတ်ယူပြီး အတွင်းအပူချိန်ကို လျော့ချပေးတဲ့ စနစ်တစ်ခု ဖြစ်ပါတယ်။

**Cool Storage System** ကတော့ ထိုနည်းပညာကို အသုံးပြုပြီး အစားအသောက်၊ သစ်သီးဝလံ၊ သားငါး၊ ဆေးဝါး စတဲ့ ပစ္စည်းများကို အပူချိန်နိမ့်နိမ့်မှာ သိုလှောင်ထားနိုင်ရန် အသုံးပြုတဲ့ အဆောက်အဦး သို့မဟုတ် စနစ် ဖြစ်ပါတယ်။

## 2) ဘာလုပ်သလဲ? (Purpose)

အစားအသောက် ပုပ်သိုးမှု လျော့ချပေးခြင်း

Bacteria များ ကြီးထွားမှု နှေးကွေးစေခြင်း

သစ်သီးဝလံ အရောင်၊ အရသာ ထိန်းသိမ်းခြင်း

ဆေးဝါး၊ ဓာတုပစ္စည်းများ အရည်အသွေး ထိန်းသိမ်းခြင်း

Supply chain (သယ်ယူပို့ဆောင်ရေး) အတွင်း အရည်အသွေး မကျဆင်းစေခြင်း

### 3) လုပ်ဆောင်ပုံ (Working Principle)

Refrigeration System သည် Vapour Compression Cycle

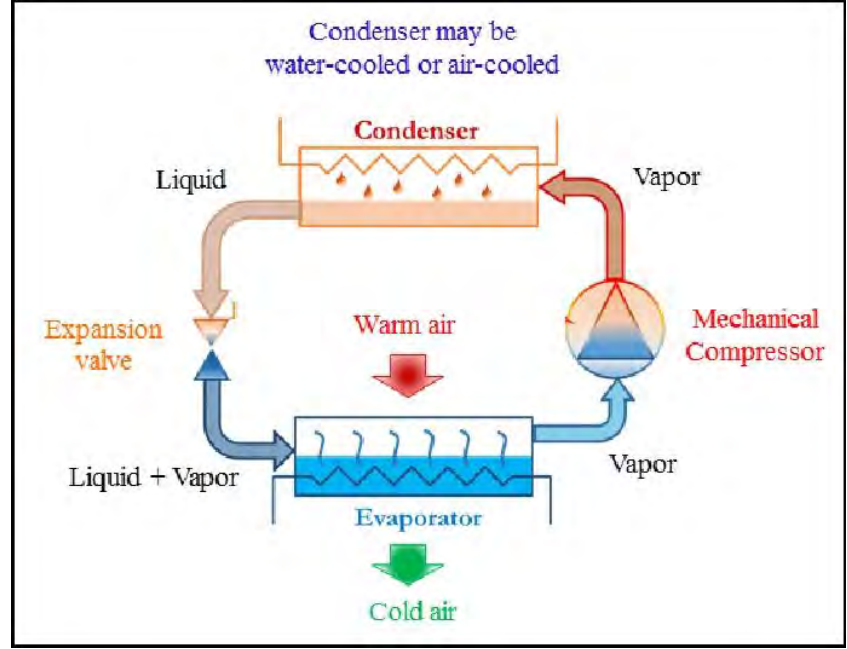
နည်းလမ်းဖြင့် လုပ်ဆောင်သည်။

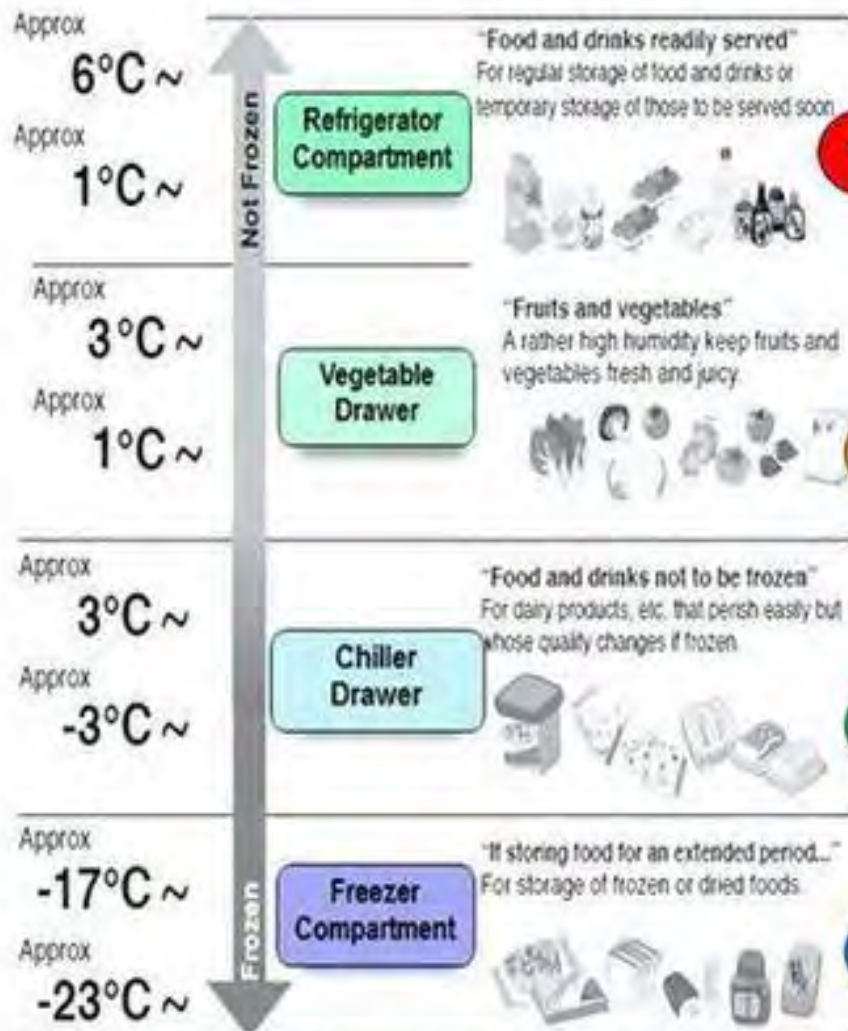
#### အဓိက အစိတ်အပိုင်းများ

- 1. **Compressor** – Refrigerant ကို ဖိအားမြှင့်ပေးသည်
- 2. **Condenser** – အပူကို အပြင်သို့ ထုတ်ပေးပြီး ဓာတ်ငွေ့ကို အရည်ဖြစ်စေသည်
- 3. **Expansion Valve** – ဖိအားလျော့ပေးသည်
- 4. **Evaporator** – အတွင်းခန်းမှ အပူကို စုပ်ယူသည်

#### လုပ်ငန်းစဉ် အဆင့်လိုက်

- Evaporator**  
Cool room ထဲက အပူကို စုပ်ယူသည်  
Room အပူချိန် လျော့ကျသည်
- Compressor**  
Low pressure gas ကို High pressure gas အဖြစ် ပြောင်းသည်
- Condenser**  
အပူကို အပြင်လေထဲသို့ ထုတ်ပေးသည်
- Expansion Valve**  
Refrigerant ကို ပြန်လည် အေးစေပြီး Evaporator သို့ ပြန်ပို့သည်  
3 cycle ကို အမြဲတမ်း လည်ပတ်စေသည်။





• When set to "MED", the temperature may vary slightly depending on the usage conditions.



# Chest Freezer vs Upright Freezer



Chest Freezer သည် အဖုံးကို အပေါ်ဘက်မှ ဖွင့်ရသော အလျားလိုက် (Horizontal Type) Freezer ဖြစ်သည်။

Upright Freezer သည် Refrigerator ပုံစံ Vertical Type Freezer ဖြစ်ပြီး ရှေ့ဘက် Door ဖြင့် ဖွင့်သည်။



# Walk-in Freezer ဆိုတာဘာလဲ?

## Walk-in Freezer, Walk in Chiller ဆိုသည်မှာ

လူတစ်ယောက် အတွင်းသို့ “လမ်းလျှောက်ဝင်နိုင်သော” အရွယ်အစားရှိ အအေးခန်း (Freezing Room) တစ်မျိုးဖြစ်ပြီး၊

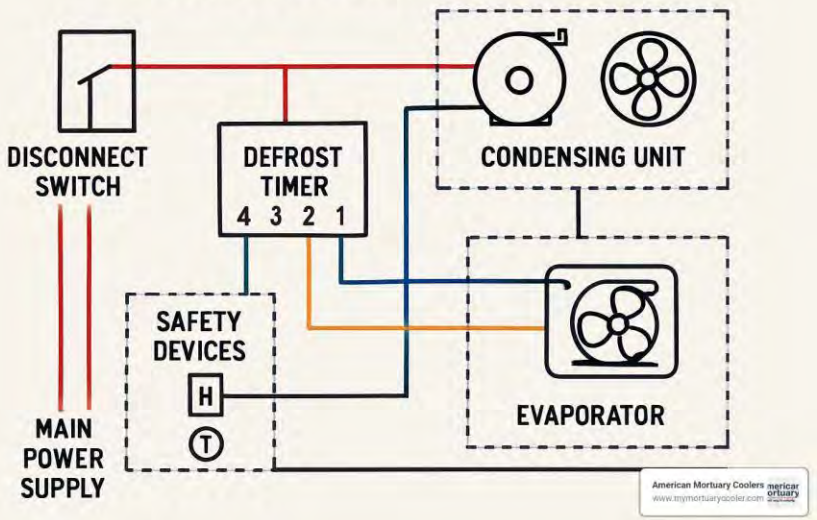
အစားအသောက်၊ အသားငါး၊ ရေခဲမုန့်၊ ဆေးဝါး၊ Frozen Product များကို **အလွန်နိမ့်သော အပူချိန်** တွင် ရေခဲအဖြစ် ထိန်းသိမ်းရန် အသုံးပြုသော Refrigeration System ဖြစ်သည်။

ပုံမှန်အားဖြင့် Temperature ကို  
•**0°C မှ -5°C** → Chiller Room

•**-18°C မှ -25°C** → Walk-in Freezer  
အဖြစ် အသုံးများကြသည်။



### COMMERCIAL WALK-IN FREEZER



Walk-in Freezer နှင့် Walk-in Chiller ကွာခြားချက်

Item	Walk-in Chiller	Walk-in Freezer
Temperature	0°C ~ +5°C	-18°C ~ -25°C
အသုံးပြုမှု	Fresh Food	Frozen Food
Coil Frost	နည်း	များ
Insulation Thickness	75~100 mm	100~150 mm
Power Consumption	နည်း	ပိုများ

# ဘယ်နေရာတွေမှာ အသုံးပြုသလဲ?

## 1. Restaurant နှင့် Hotel

- အသား
- ပုစွန်
- Seafood
- Frozen Foodများကို သိမ်းဆည်းရန်

## 2. Supermarket နှင့် Convenience Store

- Ice Cream
- Frozen Chicken
- Sausage
- Frozen Meatများသိုလှောင်ရန်

## 3. Food Processing Factory

- Export Frozen Product
- IQF Product
- Meat Processing

## 4. Pharmaceutical Industry

- Vaccine
- Laboratory Sample
- Biological Product

## 5. Fishery & Seafood Industry

- Tuna
- Shrimp
- Crab
- Fishတို့ကို Frozen Storage ပြုလုပ်ရန် အသုံးပြုသည်။

# Temperature Range :

Fresh storage: +5 ~ -5 (vegetable, fruit)



Freezer storage: 0 ~ -18 (Meat, fish)

Low temperature freezing room: -18 ~ -30 (Meat, fish)



XKM Air cooler/Evaporator



Electrical control box



Cold room LED lamp



Danfoss original expansion valve



Length

Height

Width(deep)

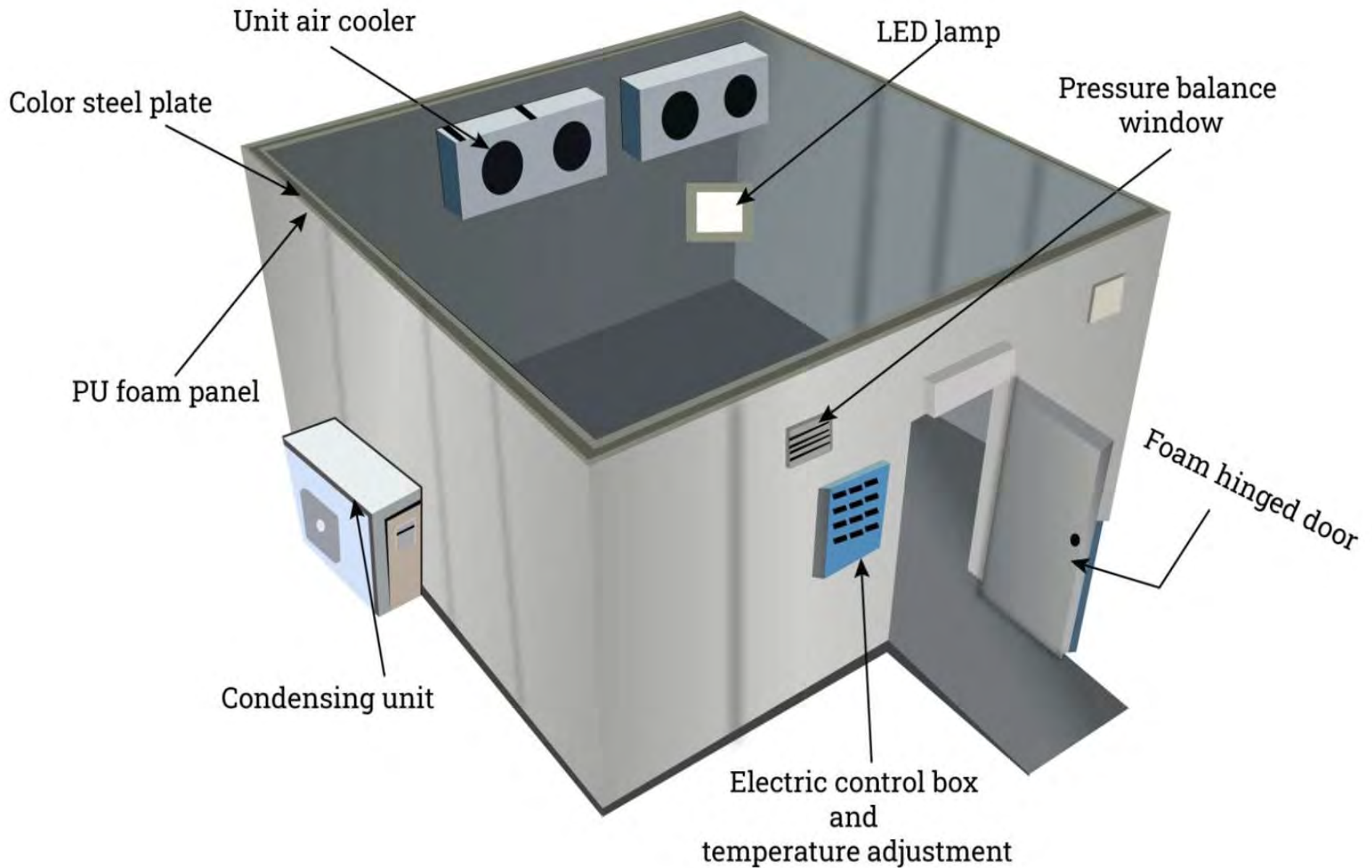
Low temperature

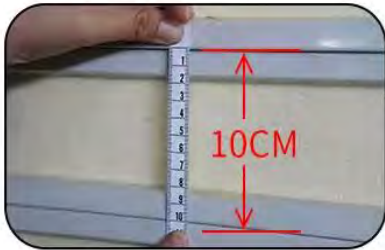
Bitzer condensing unit(2HP-44HP)

High temperature Bitzer condensing unit.

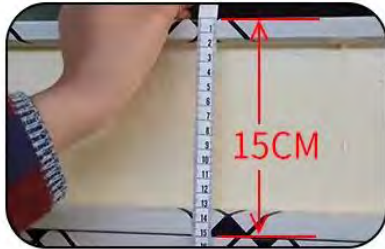


# Blast Chiller





10CM



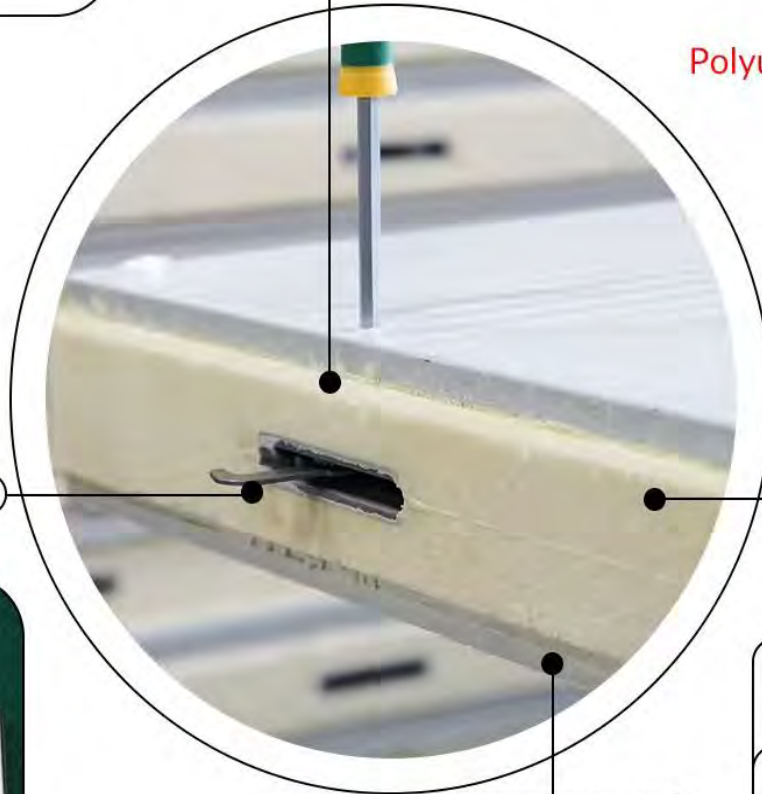
15CM

Thickness can be 50mm, 75mm, 100mm, 120mm, 150mm, 200mm, according to different working temperature and outside condition of ambient temperature.

Panel thickness

Polyurethane(PU) density 43kg/m<sup>3</sup> or above

Core Material



Connection: Cam lock

surface material



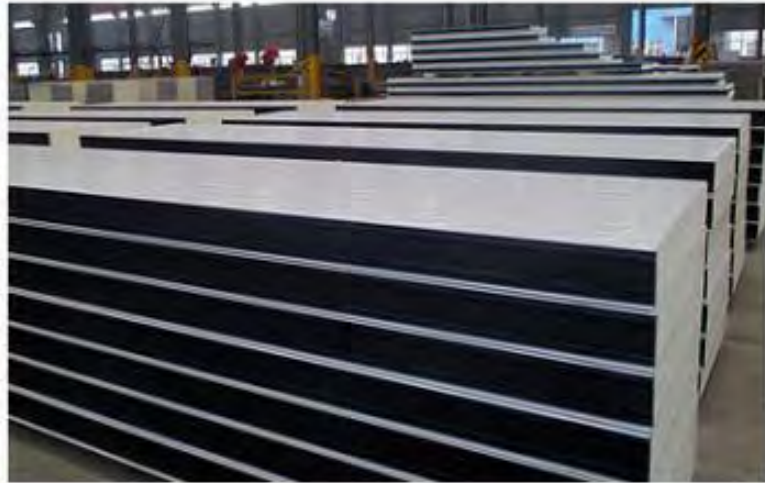
Color steel

Galvanized steel

Embossed aluminum

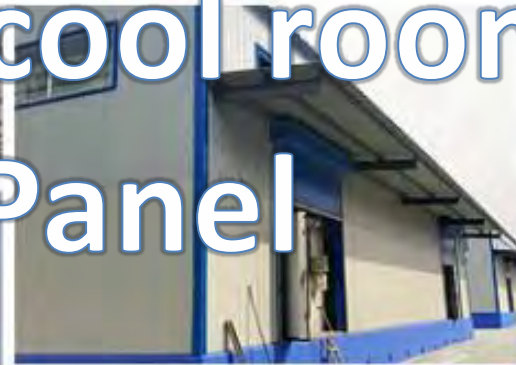
Stainless steel





Cold store projects for reference:

# Insulation Wall cool room Sandwich Panel



**Type of Cool Room**

**And**

**Freezers**

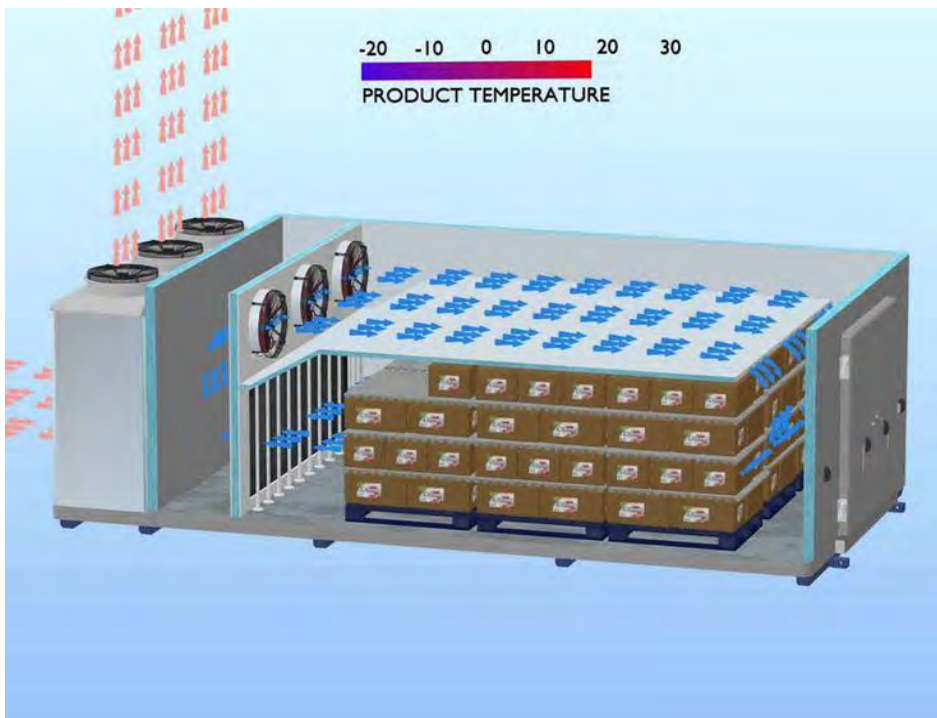
1. Cool Storage (Chilled Room) အဓိပ္ပါယ် Cool Storage ဆိုသည်မှာ အစားအသောက်၊ သစ်သီးဝလံ၊ အသား၊ ဆေးဝါးများကို မပျက်စီးစေရန် အေးမြသော အပူချိန်တွင် ထိန်းသိမ်းထားသော Room ဖြစ်သည်။

## 1. Operating Temperature

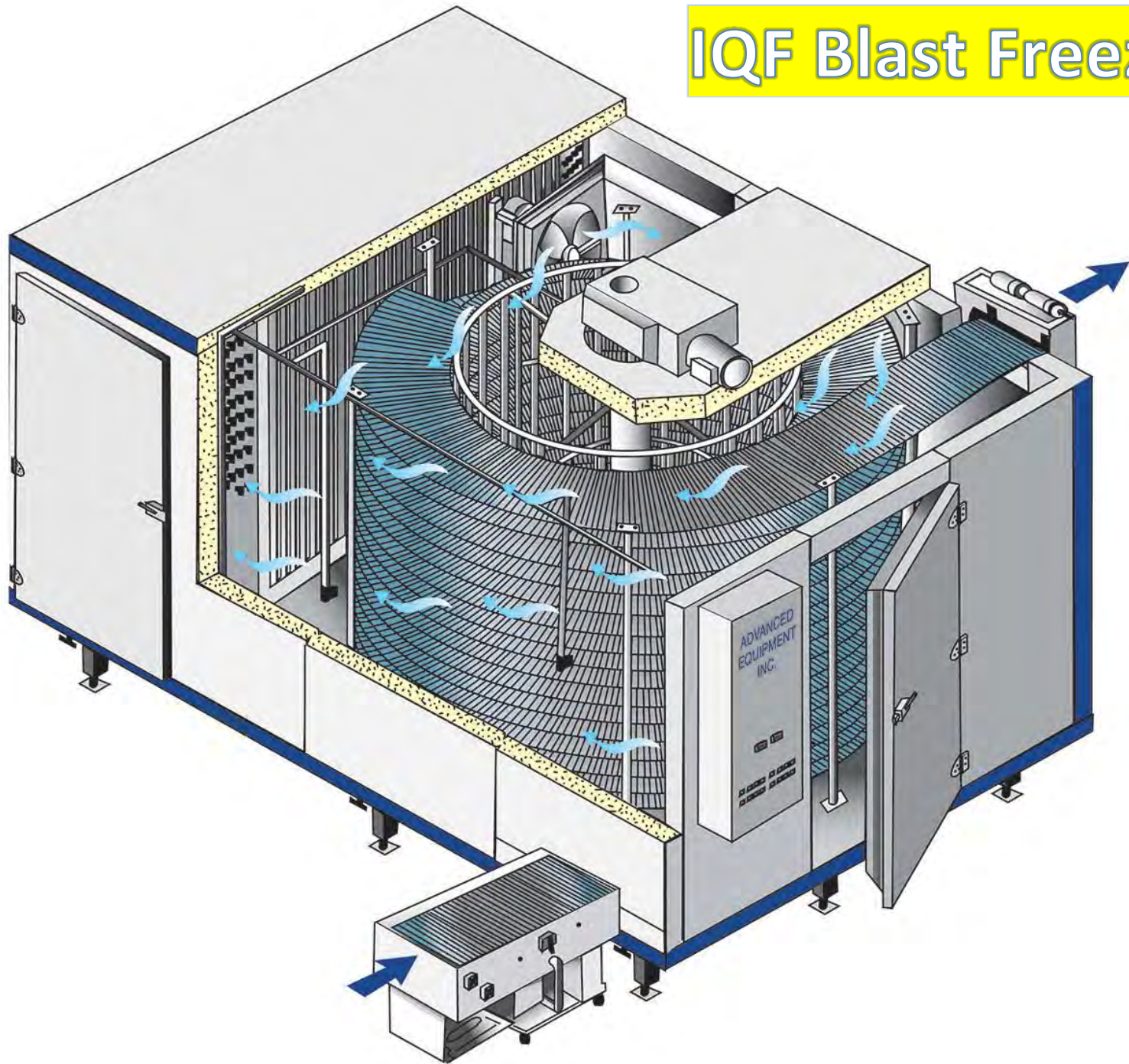
2. Product	Temperature
3. Fruits	+2°C to +15°C
4. Vegetables	+2°C to +8°C
5. Meat	0°C to +2°C
6. Dairy	+2°C to +5°C



# Blast Freezer



# IQF Blast Freezer



## Mechanical & Cryogenic Freezing Equipment IQF Freezer



# IQF Blast Freezer (Individual Quick Freezing)

## အဓိပ္ပါယ်

IQF = Individual Quick Freezing

Food pieces တစ်ခုချင်းစီကို

•အချင်းချင်းမကပ်စေဘဲ

•Rapid freeze လုပ်သော system ဖြစ်သည်။

ဥပမာ

•Shrimp

•Peas

•Strawberry

•French Fries

•Chicken nuggets

တို့တွင် အသုံးများသည်။



## IQF System အလုပ်လုပ်ပုံ

IQF တွင် conveyor belt အသုံးပြုသည်။

### Process

- 1.Product များ conveyor ပေါ်တင်သည်
- 2.High velocity  $-40^{\circ}\text{C}$  air ဖြင့် blow လုပ်သည်
- 3.Product pieces တစ်ခုချင်းစီ separate frozen ဖြစ်သည်
- 4.Outlet တွင် individually frozen product ရရှိသည်

## Cool Storage vs Blast Freezer vs IQF

Item	Cool Storage	Blast Freezer	IQF Blast Freezer
Main Function	Cooling	Rapid freezing	Individual rapid freezing
Product Condition	Chilled	Frozen block	Individually frozen
Temperature	+2°C to +10°C	-30°C to -40°C	-35°C to -45°C
Air Velocity	Low	High	Very High
Freezing	No	Yes	Yes
Product Quality	Fresh preservation	Good	Excellent
Product Sticking	No issue	Possible	No sticking
Application	Fruits, vegetables	Meat, seafood	Peas, shrimp, fries

## အရေးကြီးသော Engineering Difference

Engineering Item	Cool Storage	Blast/IQF
Insulation Thickness	75–100 mm	150–200 mm
Compressor Capacity	Medium	Very High
Fan Size	Normal	High Static
Defrost Requirement	Medium	Heavy
Door Heater	Sometimes	Necessary
Floor Heater	Rare	Necessary
Humidity Control	Important	Frost control important

# Contact Plate Freezer



**Contact Plate Freezer** ဆိုသည်မှာ အစားအသောက်များကို **အေးသော သတ္တုပြား (Cold Plates)** များနှင့် တိုက်ရိုက်ထိတွေ့စေပြီး အလွန်လျင်မြန်စွာ အေးခဲစေသော Industrial Freezer တစ်မျိုး ဖြစ်သည်။

အထူးသဖြင့် — **(-35 and -40 Degree Celsius) အတွင်း အလုပ်လုပ်သည်။**

- ငါး
- ပုစွန်
- အသားတုံး
- Ready-made food packs
- Block ice cream
- Meat blocks

စသည့် Flat Shape Product များကို Freeze လုပ်ရာတွင် အလွန်အသုံးများသည်။



## CRYOGENIC FREEZING

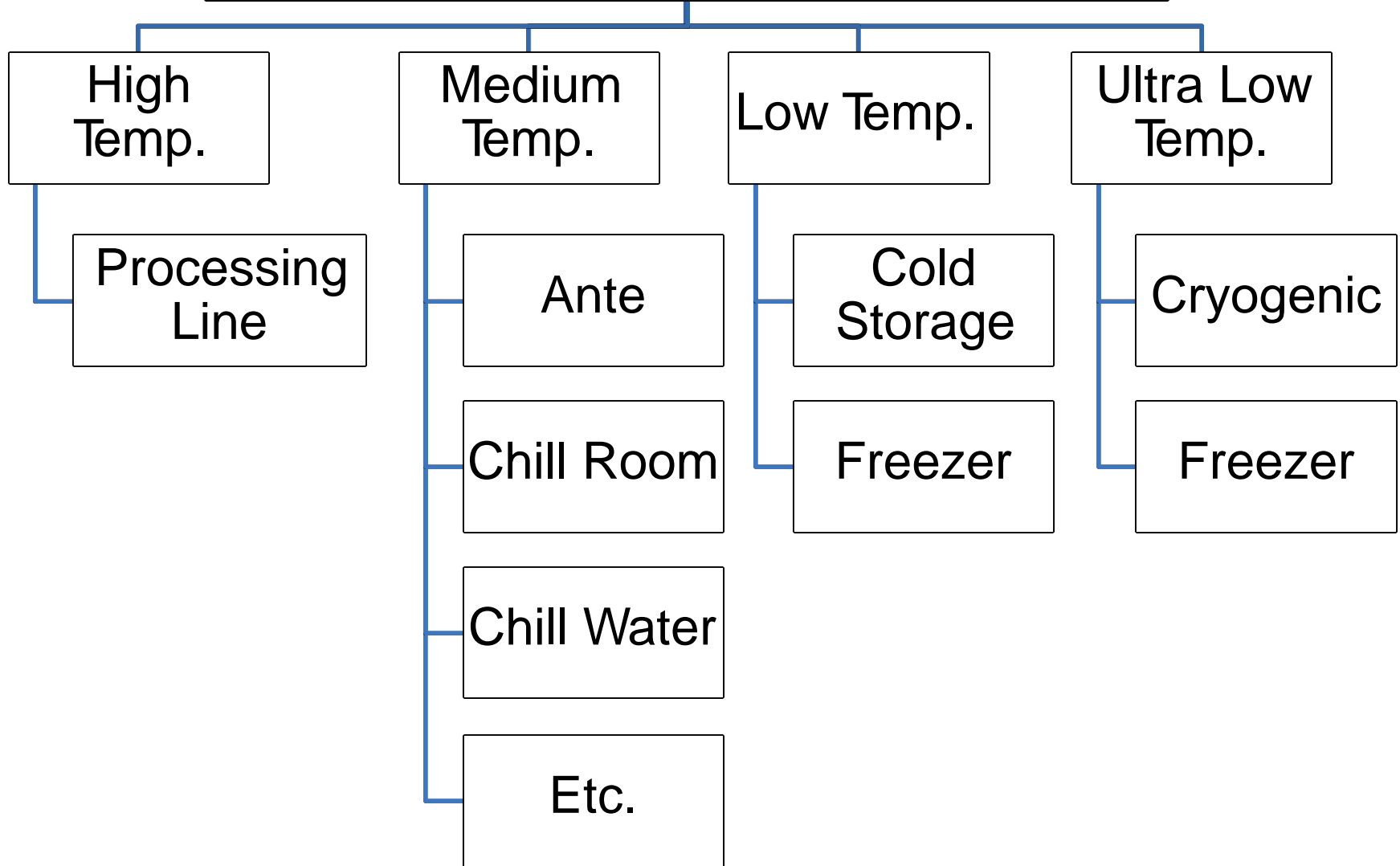
- Liquid nitrogen or carbon dioxide is sprayed directly onto small food items such as soft fruit and prawns.
- Due to the liquids' extremely low temperatures ( $-196^{\circ}\text{C}$  and  $-78^{\circ}\text{C}$  respectively) freezing is almost instant. The nitrogen gas is removed by fans.
- Liquid carbon dioxide is used for large

恒途  
AMBITIOUS



# Classification of Refrigerated Storage

# Application Temperature Range



# “Typical Temperature Range” In Food Processing Plant

Room Application	Room Temp. (°C)	Evaporating Temp. (°C)
Ante, Loading, Boxing	+5 ~ +15°C	+5 ~ -5°C
Cut up, Processing Area	+10 ~ +12°C	+5 ~ -5°C
Chilled Room	+5 ~ +0°C	-10°C
Cold Storage	-20 ~ -25°C	-30 ~ -35°C
Freezing	-35 ~ -40°C	-40 ~ -45°C

# Two Type of Storage Room

**Cold Storage** နှင့် **Controlled Atmosphere (CA) Storage** သည် နှစ်မျိုးလုံး အအေးခန်းစနစ် ဖြစ်ပေမယ့် ထိန်းချုပ်မှုအဆင့် ကွာခြားပါတယ်။

**Cold Storage (အအေးခန်းသိုလှောင်ခြင်း) လုပ်ဆောင်ချက်**

- အပူချိန်ကိုသာ ထိန်းချုပ်သည်
- Humidity ကို အနည်းငယ် ထိန်းနိုင်သည်
- Oxygen / Gas မထိန်းချုပ်ပါ

**Typical Conditions**

- Temperature: **0°C – 2°C**
- RH: **90–95%**
- O<sub>2</sub> / CO<sub>2</sub>: သာမန်လေထု (Air)

**အားသာချက်**

- စနစ် ရိုးရှင်း
- တပ်ဆင်ကုန်ကျစရိတ် နည်း
- Maintenance လွယ်ကူ

**သိုလှောင်ချိန်**

- 2-4 လ ခန့်

# Controlled Atmosphere (CA) Storage

## လုပ်ဆောင်ချက်

- Temperature ထိန်းချုပ်သည်
- Oxygen လျော့ချခြင်း
- Carbon Dioxide ထိန်းချုပ်ခြင်း
- Nitrogen ဖြင့် Gas Balance ပြုလုပ်သည်

## Typical Conditions

- Temperature: 0°C – 1°C
- O<sub>2</sub>: 1–3%
- CO<sub>2</sub>: 1–3%
- N<sub>2</sub>: Balance Gas with Nitrogen Generator
- RH: 90–95%

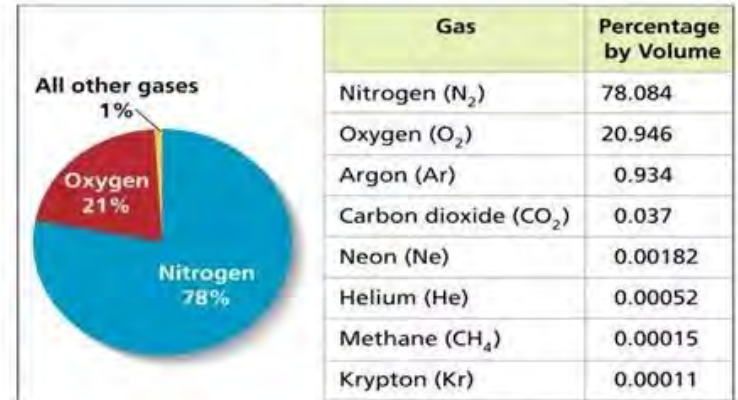
## အားသာချက်

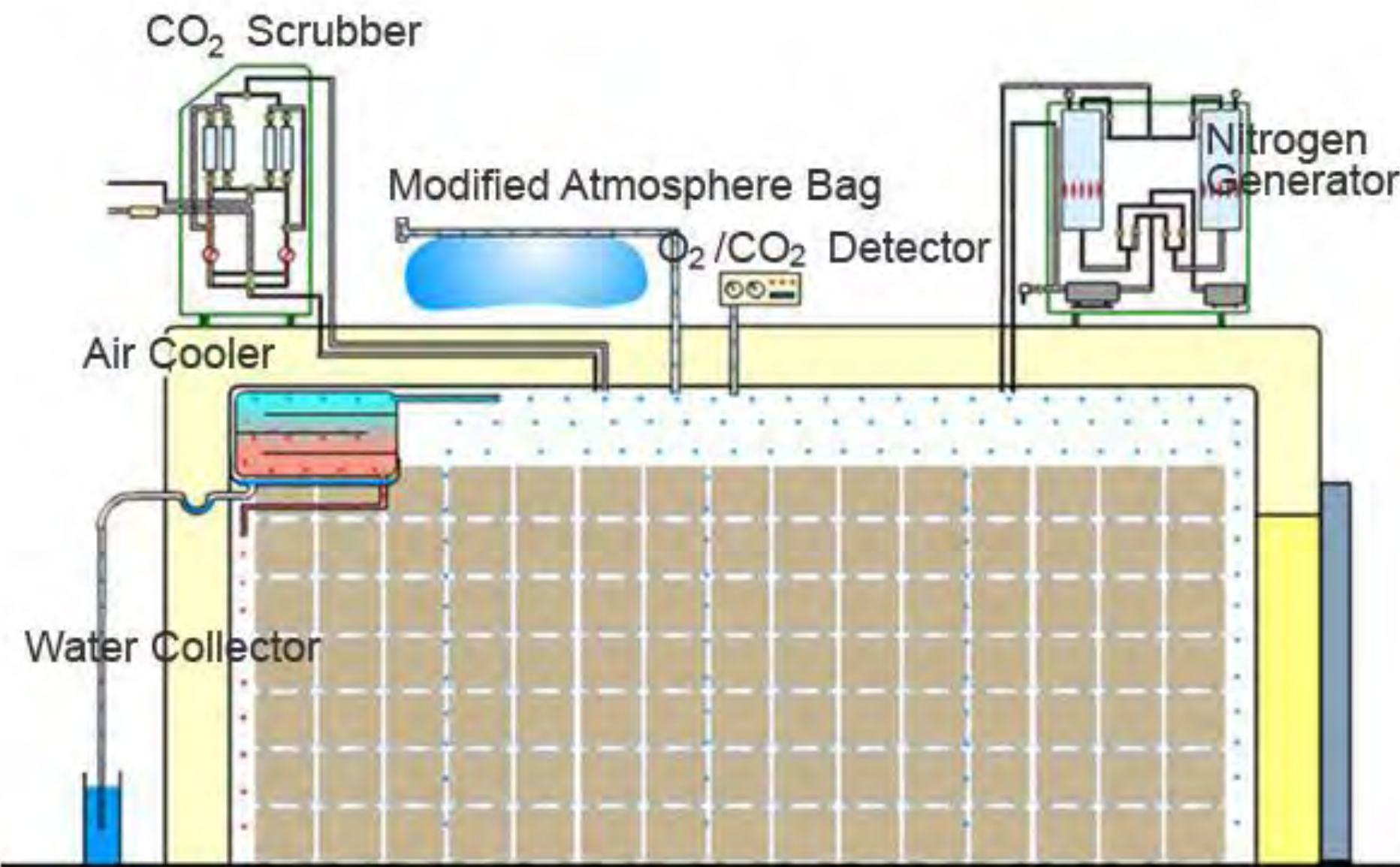
- အသီးအသွားလှိုင်း (Respiration) လျော့နည်း
- Ripening နှေး
- Oxidation လျော့
- သိုလှောင်ချိန် ကြာရှည်

## သိုလှောင်ချိန်

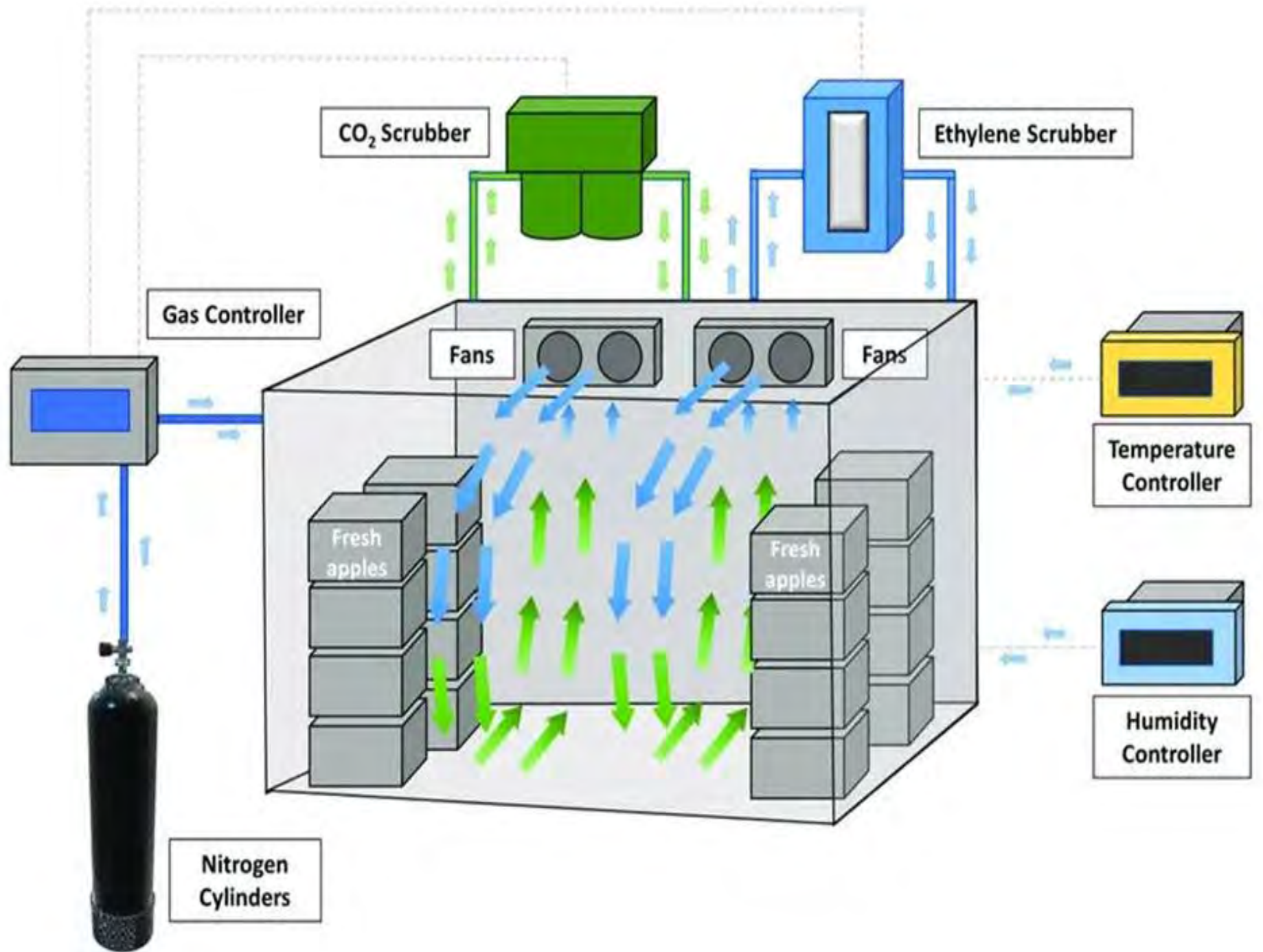
- 6–12 လ ခန့် (Export Grade)

## Composition of the Atmosphere



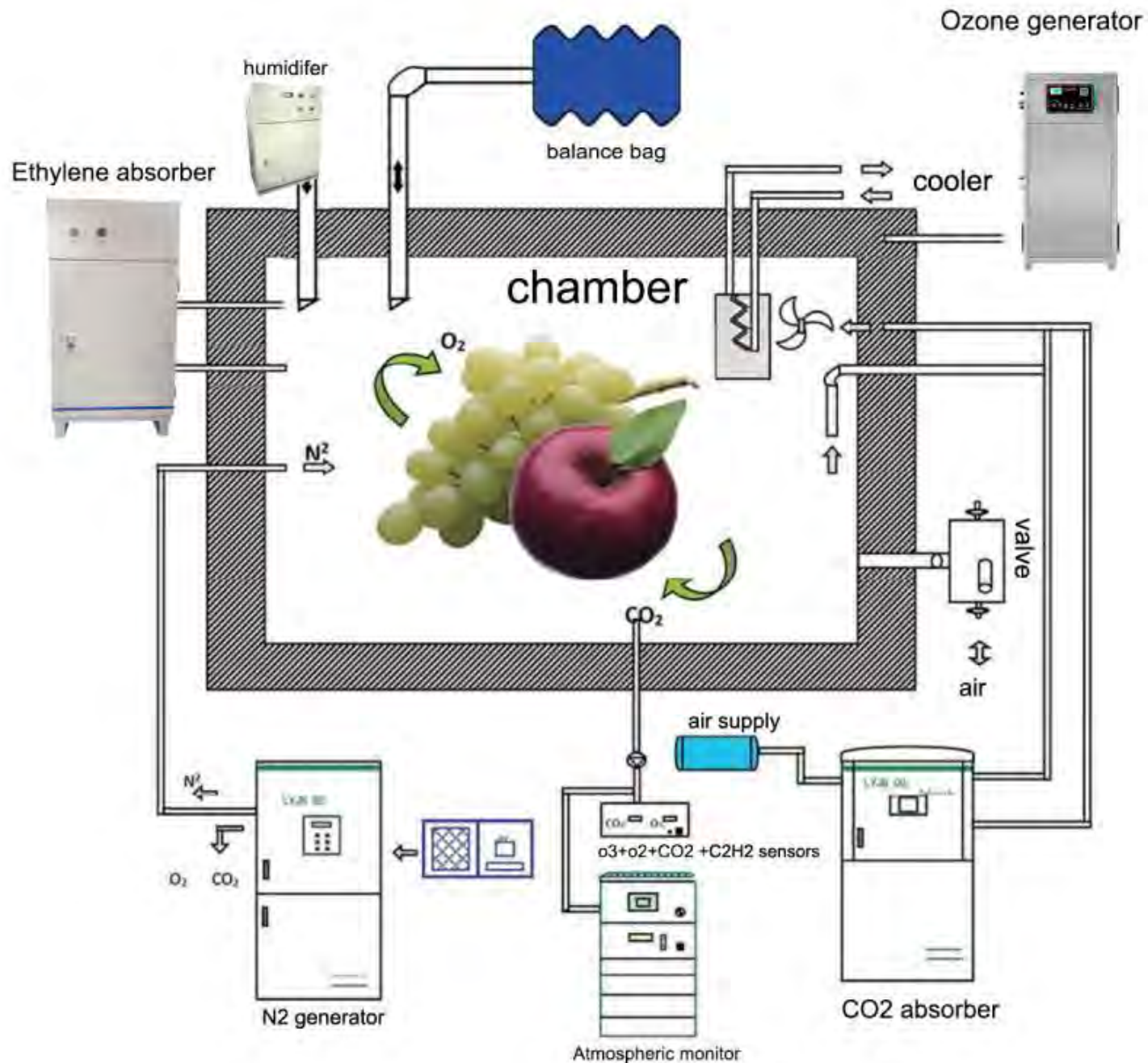


Controlled Atmosphere Storage Principle Diagram 1



# Nitrogen Generation System





# CA System တွင် Ethylene Scrubber အကြောင်း

CA (Controlled Atmosphere) Storage တွင် Ethylene Scrubber သည် အလွန်အရေးကြီးသော အစိတ်အပိုင်းတစ်ခုဖြစ်ပါသည်။ အထူးသဖြင့် Apple Export Storage တွင် မဖြစ်မနေ ထည့်သွင်းသုံးစွဲကြသည်။

## Ethylene ဆိုတာ ဘာလဲ?

Ethylene (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) သည် သစ်သီးများမှ ထုတ်လုပ်သော Natural Ripening Gas ဖြစ်သည်။ Apple ကဲ့သို့သော သစ်သီးများသည် သဘာဝအတိုင်း Ethylene ထုတ်လုပ်ပြီး မျိုးပွားခြင်း/ရင့်ကျက်ခြင်း လုပ်ငန်းကို လှုံ့ဆော်ပေးသည်။

Ethylene = Ripening Hormone Gas  
CA storage တွင် Ethylene များလာလျှင် သစ်သီးများ ပိုမိုမြန်စွာ ရင့်ကျက်ပြီး အရည်အသွေး ကျဆင်းနိုင်သည်။

### အဘယ်ကြောင့် Ethylene Scrubber တပ်ဆင်ရသနည်း?

#### (1) Ripening ကို ထိန်းချုပ်ရန်

Ethylene များလျှင် Apple သည်  
•အရောင်ပြောင်း  
နူးညံ့လာ (3) CA Atmosphere Stability

#### CA System တွင်:

- O<sub>2</sub> = Low
- CO<sub>2</sub> = Controlled
- N<sub>2</sub> = Balance

Ethylene ကိုပါ ထိန်းချုပ်ရမည် မဟုတ်ပါက Gas Balance ပျက်စီးနိုင်သည်။

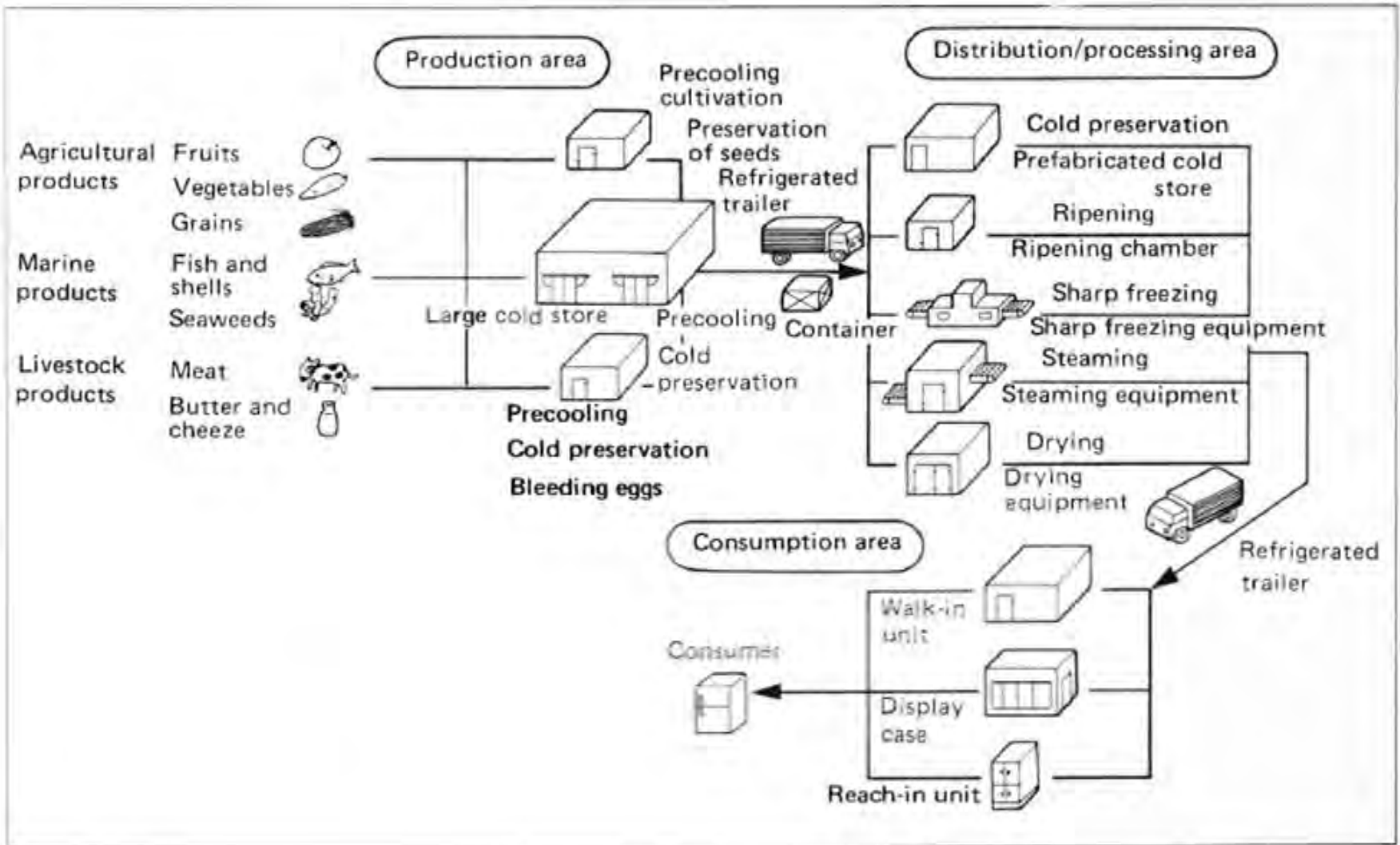
#### (2) Storage Life တိုးရန်

- Ethylene လျော့ချခြင်းဖြင့်:
- Storage Period တိုးနိုင်
  - Export Quality ထိန်းနိုင်

## Difference: Cold Storage vs CA Storage

Feature	Cold Storage	CA Storage
Cost	Lower	Higher
Storage Period	2–4 months	6–12 months
Gas Control	No	Yes
Export Quality	Medium	High
Investment	Moderate	High

# Cold chain logistics



**Washing, Drying, Grading**

**And**

**Precooling**

# Washing, Drying and Grading



## Pre-cooling

- Prompt cooling conserves weight which gives an added advantage during the extended period of storage.
- Vegetables such as okra which deteriorate fast need prompt cooling and their storage losses can be reduced by pre-cooling.
- Cooling is equally useful in case of fruits. It reduces their respiration rate especially, climatic fruits such as banana, papaya and mango, thereby preventing over-ripening.



### Pre-cooling temperature

- Generally, horticultural produce are cooled to their storage temperature i.e.,
- For example, grapes are cooled to **1-4°C**, potato to **5-9°C**, and (Do not wash with water).
- Mango, tomato & banana to be cooled to **> 10 °C**.
- All fruits and vegetables are mostly cooled by room cooling and or mechanical refrigeration.



### PRE-COOLING TEMPERATURE





# Warehouse Storage Facility



# Potatoes Cool Change Process

# လက်တွေ့ Storage လုပ်ငန်းများတွင်

Commercial Potato Cold Storage များတွင်—

1. Harvesting
2. Sorting / Grading
3. Curing
4. Pre-cooling
5. Cold Storage
6. Distribution

အစဉ်လိုက် လုပ်ကြသည်။

အထူးသဖြင့် Export Quality အလူးများတွင် Curing အဆင့်ကို အလွန်အရေးကြီးစွာ ထိန်းချုပ်ကြပါသည်။



# Potatoes Harvesting





Receiving potatoes from fields



Prewashing



Drum Washing



Brush Washing



Packing



Sorting



Grading



Drying

# Curing Process မှာ ဘာတွေ လုပ်သလဲ

## ၁။ အပူချိန် ထိန်းခြင်း

အလူး Curing အတွက် သင့်တော်သော Temperature က —  
ဖြစ်သည်။

## ၂။ Relative Humidity (RH) မြှင့်ထားခြင်း

စိုထိုင်းဆကို —

$$RH = 85\% \sim 95\%$$

ခန့်ထားပေးရသည်။

RH နည်းလွန်းပါက အလူးခြောက်သွားနိုင်သည်။

## ၃။ Ventilation ပေးခြင်း

Fresh Air circulation ပေးရသည်။

CO<sub>2</sub> နှင့် heat buildup မဖြစ်စေရန် လေဝင်လေထွက် လိုအပ်သည်။

## ၄။ အချိန်

Curing Time သည် —

$$7 \text{ days} \sim 14 \text{ days}$$

ခန့် ဖြစ်သည်။

အလူးအမျိုးအစား၊ ဒဏ်ရာအခြေအနေ၊ ရာသီဥတုပေါ် မူတည်ပြီး  
ပြောင်းလဲနိုင်သည်။

## Curing ပြီးသွားရင် ဘာလုပ်သလဲ

Curing ပြီးပါက အပူချိန်ကို တဖြည်းဖြည်း လျော့ပြီး Cool Storage Temperature သို့ ရောက်အောင် ချိန်ရသည်။  
စားသုံးရန် Potato Storage အတွက် ပုံမှန်အားဖြင့် —  
အတွင်း ထားလေ့ရှိသည်။  
Seed Potato အတွက်တော့ Temperature control ပိုတိကျရန် လိုသည်။

## Curing မလုပ်ဘဲ တန်းအအေးခန်းထည့်ရင် ဘာဖြစ်မလဲ

- Condensation ဖြစ်နိုင်သည်
- Skin damage မပိတ်နိုင်
- Cold injury ဖြစ်နိုင်
- Storage rot ပိုများ
- Weight loss မြင့်
- Market quality ကျ  
ဖြစ်တတ်သည်။

# Handling Method

# အလူးသည် အသက်ရှင်နေသော စိုက်ပျိုးထွက်ကုန်ဖြစ်သောကြောင့်

ရိတ်သိမ်းပြီးနောက် Handling မကောင်းပါက

- ပုပ်သွားခြင်း
- အပင်ပေါက်ခြင်း
- အရောင်ပြောင်းခြင်း
- အလေးချိန်လျော့ခြင်း
- Mechanical Damage ဖြစ်ခြင်း

တို့ကြောင့် Export Quality ကျဆင်းနိုင်သည်။

ထို့ကြောင့် International Post-Harvest Handling Standard များအတိုင်း အဆင့်လိုက် စနစ်တကျ ဆောင်ရွက်ရသည်။

FIFO ဆိုတာ ဘာလဲ?

အဖြေ:

First In First Out

အရင်ဝင်သောကုန်ပစ္စည်းကို အရင်အသုံးပြုခြင်း။



## ၁။ ရိတ်သိမ်းခြင်း (Harvesting Stage) ရိတ်သိမ်းချိန် သတ်မှတ်ခြင်း

- အပင်ရွက်များ 70–90% ခြောက်သွားချိန်
- Potato skin (periderm) တင်းမာပြီး skin set ဖြစ်နေချိန်
- Soil moisture အလွန်မစိုသောနေ့တွင် ရိတ်သိမ်းရမည်

### မလိုက်နာပါက

- Skinning injury
- Bruising
- Rotting
- Black spot  
ဖြစ်နိုင်သည်။

### Harvesting Guideline

#### လက်ဖြင့် ရိတ်သိမ်းရာတွင်

- ခင်း/ဂေါ်ပြားဖြင့် အာလူးမထိခိုက်စေရ
- မြေကြီးကို နူးညံ့စွာ ဖယ်ရှားရ

#### စက်ဖြင့် ရိတ်သိမ်းရာတွင်

- Conveyor speed မမြန်စေရ
- Drop height < 20 cm ထားရ
- Impact damage မဖြစ်စေရ

## ၂။ Field Handling နှင့် Pre-Cooling

ရိတ်ပြီးပြီးချင်း နေရောင်ထဲ မထားရ။

### လုပ်ဆောင်ရမည့်အချက်များ

- Shade Area သို့ ချက်ချင်းရွှေ့ရန်
- Field heat လျှော့ရန်
- Ventilated crate များ အသုံးပြုရန်

## ၃။ Sorting & Grading

### ခွဲခြားရမည့် အချက်များ

### ဖယ်ရှားရမည့် အလူးများ

- ပုပ်နေသောအလူး
- ကွဲနေသောအလူး
- အပင်ပေါက်နေသောအလူး
- Green potato
- Disease infected potato



Potato grading and packing

# HOW TO STORE POTATOES



## 5 BEST POTATO STORAGE TIPS FOR LONGER SHELF LIFE!



COOL, DARK STORAGE  
TO PREVENT SPROUTING



AIR CIRCULATION – NEVER  
STORE IN SEALED PLASTIC BAGS



KEEP THEM DRY TO AVOID ROT



NO ONIONS NEARBY  
(THEY SPEED UP SPOILAGE)



INSPECT WEEKLY AND REMOVE SOFT POTATOES QUICKLY



ကမ္ဘာပေါ်တွင် အာလူး (Potato) ကို အများဆုံး ထုတ်လုပ်စားသုံးသော နိုင်ငံမှာ China ဖြစ်ပြီး၊ ဒုတိယမှာ India ဖြစ်ပါသည်။

၂၀၂၄ FAO စာရင်းများအရ ကမ္ဘာတစ်ဝှမ်း အာလူးထုတ်လုပ်မှုသည် တစ်နှစ်လျှင် ခန့်မှန်းအားဖြင့် ၃၉၀ သန်း မက်ထရစ်တန် (390 million tonnes) ဝန်းကျင် ရှိပါသည်။

**ကမ္ဘာ့ အာလူးအများဆုံး ထုတ်လုပ်သော နိုင်ငံများ**

- 1.China — ~95 သန်းတန်
- 2.India — ~57 သန်းတန်
- 3.Ukraine — ~21 သန်းတန်
- 4.United States — ~19 သန်းတန်
- 5.Russia — ~18 သန်းတန်

**ကမ္ဘာလုံးဆိုင်ရာ လိုအပ်ချက်**

- လူဦးရေ တိုးလာခြင်း
- Fast Food / Frozen French Fries စက်မှုလုပ်ငန်း တိုးလာခြင်း
- Potato Chips, Starch, Alcohol, Animal Feed စသည်တို့တွင် အသုံးများလာခြင်းကြောင့်

ကမ္ဘာ့ အာလူးလိုအပ်ချက်သည် နှစ်စဉ် တိုးတက်နေပါသည်။

လက်ရှိတွင် ကမ္ဘာပေါ်ရှိ လူဦးရေ ၁ ဘီလီယံကျော် သည် အာလူးကို အဓိက အစားအစာတစ်မျိုးအဖြစ် စားသုံးနေကြသည်ဟု FAO နှင့် စိုက်ပျိုးရေးဆိုင်ရာ အချက်အလက်များတွင် ဖော်ပြထားသည်။

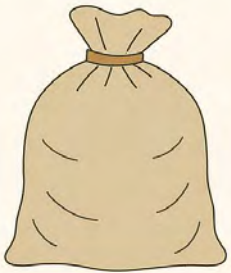
**အာလူး၏ အရေးပါမှု**

အာလူးသည် —

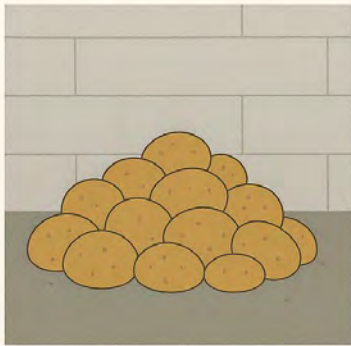
- Rice နှင့် Wheat ပြီးနောက်
- ကမ္ဘာ့ အရေးကြီးဆုံး အစားအစာ သီးနှံများထဲမှ တစ်မျိုးဖြစ်ပြီး
- ရေသုံးစွဲမှုနည်း၊ Yield မြင့်၊ အာဟာရကောင်းသော Crop တစ်မျိုး ဖြစ်သည်။



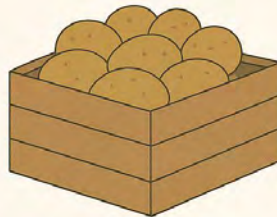
## Types of Cold Storage for Potatoes



**Bag Storage**



**Bulk Storage**



**Box Storage**





# Potato Storage Facility



## Packaging Standard

Item	Standard
Weight	5kg / 10kg / 25kg
Ventilation Hole	Required
Food Grade Material Label	Required Country, Farm, Batch No
Usage	Temperature
Fresh market	4–7°C
Processing potato	8–12°C
Seed potato	2–4°C

## ၇။ Cold Storage သို့လှောင်ခြင်း Storage Temperature

### Humidity

$RH = 90\% \text{ to } 95\%$

Humidity နည်းလွန်းပါက Weight loss ဖြစ်နိုင်သည်။

## Ventilation Control

Potato သည် Respiration လုပ်နေသောကြောင့်

- CO<sub>2</sub>

- Heat

- Moisture

ထွက်လာသည်။

ထို့ကြောင့် Forced Ventilation System လိုအပ်သည်။

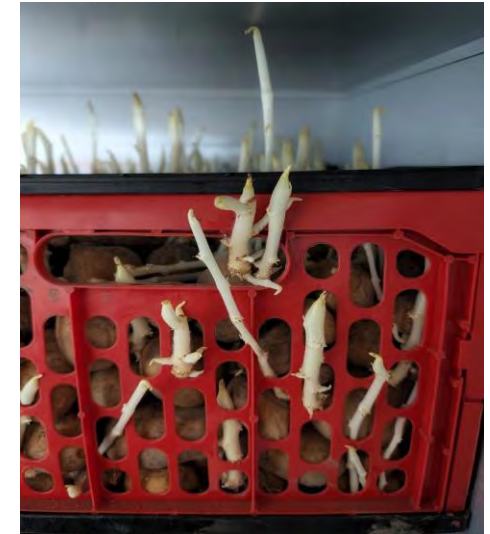


## Ventilation Requirement

- Uniform airflow

- CO<sub>2</sub> removal

- Temperature balancing



## ၉။ Sprout Control

Storage ကြာလာပါက အပင်ပေါက်နိုင်သည်။

### Control Method

- Low temperature storage

- Dark storage

- Approved sprout inhibitor

# အလူး အပင်ပေါက်စေသော အခြေအနေများ

## 1. Temperature (အပူချိန်)

အလူးသည် အများအားဖြင့် —

• **10°C အထက်** ရောက်လာလျှင် sprouting စတင်ဖြစ်နိုင်သည်။

• **12°C – 20°C** တွင် အပင်ပေါက်နှုန်း အလွန်မြန်လာသည်။

• **20°C အထက်** တွင် respiration မြင့်ပြီး quality ကျဆင်းသည်။

## Sprouting အလွန်ဖြစ်လွယ်သော Range

## 2. Relative Humidity (RH)

အလူး သို့လှောင်ရာတွင် RH မြင့်လွန်းလျှင် —

• condensation

• mold

• bacterial growth

• sprout growth

များ မြန်လာသည်။

Sprouting ပိုဖြစ်လွယ်သော RH Range —

• **RH > 90%**

အပင်ပေါက်မှု မြန်လာနိုင်သည်။

အထူးသဖြင့် —

• **warm temperature + high RH ပေါင်းစပ်လျှင် sprouting အလွန်မြန်သည်။**

## High Humidity Condition

$RH > 90\%$

# အလူး သိုလှောင်ရန် အကောင်းဆုံး Condition

## Seed Potato

- Temperature = 2 – 4°C
- RH = 90 – 95%

## Table Potato (စားသုံးရန်)

- Temperature = 4 – 8°C
- RH = 85 – 90%

## Processing Potato (chips/ french fries)

- Temperature = 7 – 10°C
- RH = 90 – 95%



## ဘကြောင့် အပင်ပေါက်သလဲ

အာလူးသည် အသက်ရှင်နေသော tuber ဖြစ်သောကြောင့် —

- respiration
- metabolic activity
- dormancy break

ဖြစ်လာသောအခါ sprout ထွက်သည်။

Dormancy break ကို အဓိက သက်ရောက်စေသောအရာများ —

- 1.High Temperature
- 2.High Humidity
- 3.Ethylene Gas
- 4.Long Storage Time
- 5.Poor Ventilation

## Sprouting ဖြစ်လျှင် ဘာဖြစ်သလဲ

- Weight Loss
- Shrinkage
- Softening
- Sugar increase
- Quality decrease
- Market value drop

Sprout အစိမ်းများတွင် —

Solanine

တိုးလာနိုင်ပြီး လူစားသုံးရန် မသင့်တော်နိုင်ပါ။

အရေးကြီးဆုံး	ထိန်းချုပ်ရမည့်	Parameterများ
Parameter		Recommended
Temperature		4–7°C
Humidity		90–95%
Ventilation		Continuous
Light		Avoid
Impact Damage		Minimize
Cleanliness		High



**အလူး Export Industry တွင် အရေးကြီးဆုံးမှာ**

- Cold Chain မပြတ်စေရန်
- Mechanical Damage မဖြစ်စေရန်
- Temperature / Humidity ကို တိကျစွာ ထိန်းရန်
- Proper Packaging အသုံးပြုရန်
- International Food Safety Standard များ လိုက်နာရန် ဖြစ်သည်။
- ထိုအချက်များကို စနစ်တကျ လုပ်ဆောင်နိုင်ပါက
- Shelf Life တိုးလာမည်
- Export Quality ကောင်းလာမည်
- Overseas Market Value မြင့်လာမည်
- Post-Harvest Loss လျော့နည်းလာမည် ဖြစ်ပါသည်။



# Export Documentation

နိုင်ငံခြားတင်ပို့ရာတွင် အောက်ပါစာရွက်စာတမ်းများလိုသည်။

## Required Documents

- Phytosanitary Certificate
- Certificate of Origin
- Packing List
- Commercial Invoice
- Export License
- Cold Chain Record

## Food Safety & International Standard လိုက်နာရမည့် Standard များ

Standard	Purpose
GAP	Good Agricultural Practice
GMP	Good Manufacturing Practice
HACCP	Food Safety
ISO 22000	Food chain management

## ၁၃။ Export Quality Defect များ Export Reject ဖြစ်စေသော အချက်များ

- Green potato
- Excess soil
- Soft rot
- Mechanical damage
- Sprouting
- Insect damage
- High sugar content

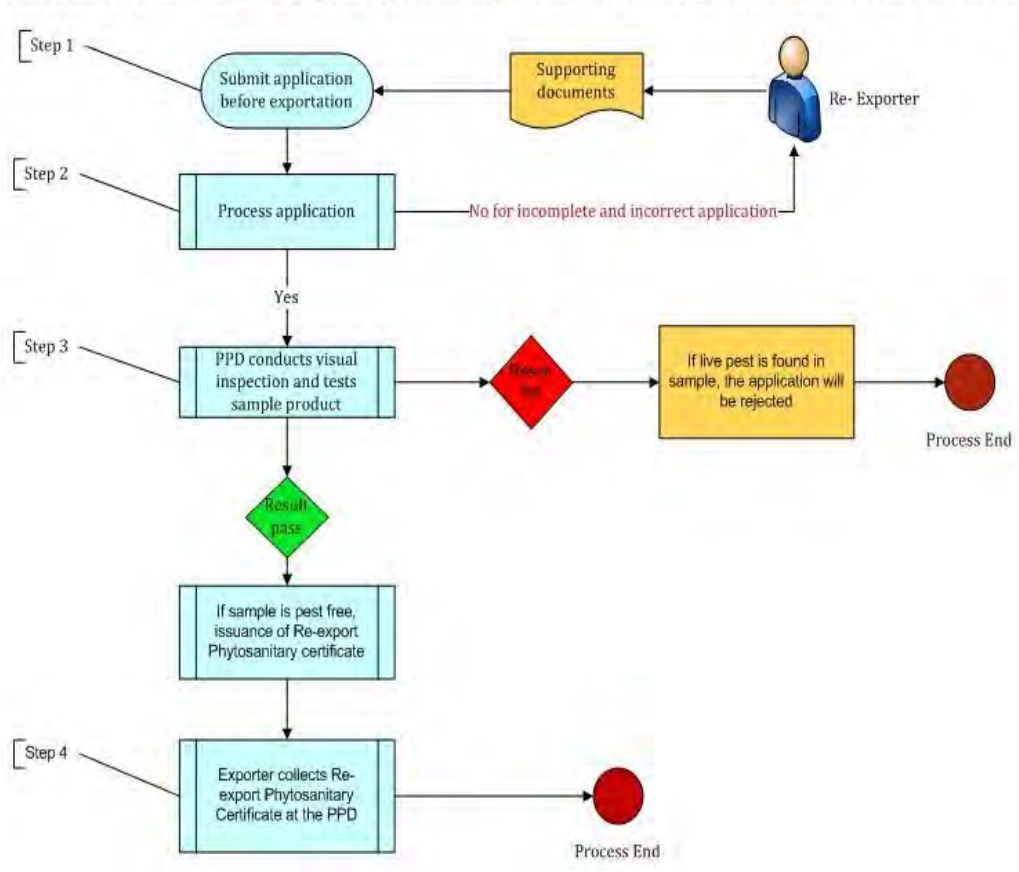
# Phytosanitary Certificate (PC) ဆိုသည်မှာ

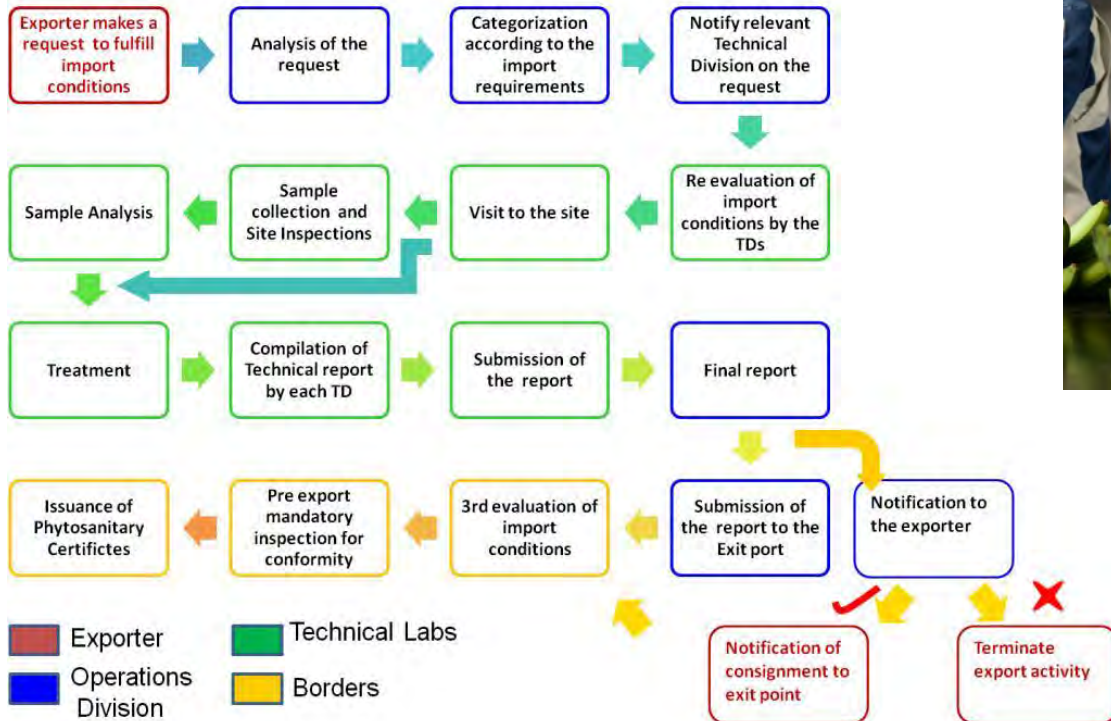
အပင်၊ သစ်သီးဝလံ၊ ဟင်းသီးဟင်းရွက်၊ မျိုးစေ့၊ သစ်သားနှင့် စိုက်ပျိုးရေးထွက်ကုန်များကို နိုင်ငံခြားသို့ တင်ပို့ရာတွင် “ပိုးမွှား၊ ရောဂါ၊ quarantine pest မပါရှိကြောင်း” ကို တရားဝင် အတည်ပြုပေးသော **အပင်ကျန်းမာရေး လက်မှတ်** ဖြစ်သည်။

Name and address of exporter		No.	
Declared name and address of consignee		<b>PHYTOSANITARY CERTIFICATE</b>	
Place of origin		Code	
Country of final destination		Code	
To: Plant Protection Organisation of			
Declared means of conveyance	Declared point of entry	Import permit number	
Distinguishing marks and container numbers	Number and description of packages	Name of produce/ quantity declared	Botanical name of plants
		Commodity code of	
		Number of packages (total)	Mass (total)
This is to certify that the plants, plant products or other regulated articles described herein have been inspected and/or tested according to appropriate official procedures and are considered to be free from the quarantine pests specified by the importing contracting party and to conform with the current phytosanitary requirements of the importing contracting party, including those for regulated non-quarantine pests.			
<b>DISINFESTATION AND/OR DISINFESTATION TREATMENT</b>			
Date	Treatment	Chemical (active ingredient)	Concentration
Duration and temperature	Additional information		
Additional declaration			
Place of issue	Code	Date of issue	Stamp
Name of inspector	Inspection date	Code	
Name of authorised officer	Signature of an officer of the Department		

**Plant Protection Division, Department of Agriculture,  
Ministry of Agriculture, Livestock and Irrigation**

**Procedure for Obtaining Re-Export Phytosanitary Certificate (Re-EPC) for Plants and Plant Products**





**Phytosanitary Certificate ကို ဘယ်သူ ထုတ်ပေးသလဲ**

နိုင်ငံတိုင်းတွင် အစိုးရ၏ Plant Quarantine / Agriculture Department က ထုတ်ပေးသည်။

မြန်မာနိုင်ငံတွင် -

- Department of Agriculture
- Plant Protection Division / Plant Quarantine Section က စစ်ဆေးပြီး ထုတ်ပေးလေ့ရှိသည်။

**ဘာကြောင့် လိုအပ်သလဲ**

တင်ပို့မည့် ကုန်ပစ္စည်းများတွင် -

- ပိုးမွှား (Insects)
  - ဖန်းဂတ်စ် / မှိုရောဂါ
  - ဘက်တီးရီးယား
  - Nematode
  - Weed seeds
- တို့ မပါဝင်ကြောင်း သက်သေပြရန် လိုအပ်သည်။

အထူးသဖြင့် -

- အာလူး
- ပန်းသီး
- သရက်
- ကြက်သွန်
- ဆန်
- ပဲမျိုးစုံ
- မျိုးစေ့
- သစ်သား pallet

စသည့် export goods များတွင် မဖြစ်မနေ လိုအပ်တတ်သည်။

## Phytosanitary Certificate မရှိလျှင် အာဖြစ်နိုင်သလဲ

Import Country မှ —

- Cargo Reject
  - Return Shipment
  - Destruction
  - Quarantine Hold
  - Fine / Penalty
- ချမှတ်နိုင်သည်။

## အတိုချုပ်

Phytosanitary Certificate ဆိုသည်မှာ —

“စိုက်ပျိုးရေးနှင့် အပင်အခြေပြု ထုတ်ကုန်များကို နိုင်ငံခြားသို့ တင်ပို့ရာတွင် ပိုးမွှားနှင့် ရောဂါကင်းစင်ကြောင်း အစိုးရမှ တရားဝင် အတည်ပြုပေးသော Export Health Certificate” ဖြစ်သည်။

# Anions Handling And Storage Methods

ကြက်သွန်နီကို (Onion) ကို တာရှည်ခံစေရန်၊ ပုပ်သိုးမှုနည်းစေရန်၊ အရည်အသွေးမကျစေရန် နှင့် Export Quality ရရှိစေရန် Cool Storage ထဲတွင် သိမ်းဆည်းရာ၌ Temperature, Humidity, Ventilation နှင့် Gas Control များကို အထူးဂရုစိုက်ရပါသည်။

**ကြက်သွန်နီ Storage မတိုင်မီ အရေးကြီးသော အဆင့် – Curing**  
ရိတ်သိမ်းပြီးသော ကြက်သွန်နီကို တန်း၍ အအေးခန်းထဲ မထည့်သင့်ပါ။

အရင်ဆုံး –

- အပြင်အရေခွံခြောက်စေရန်
- Neck (အမြစ်ပေါ် ပိုင်း) ပိတ်သွားစေရန်
- Moisture လျော့စေရန်
- Fungal infection လျော့စေရန်

Curing လုပ်ရပါသည်။

**Onion Curing Condition**

အများအားဖြင့် –

Temperature နှင့်

$$RH = 60\% \sim 70\%$$

ခန့်တွင် ၁ ပတ်မှ ၂ ပတ်ခန့် လေဝင်လေထွက်ကောင်းစွာထားပြီး အခြောက်ခံကြသည်။



ကြက်သွန်နီ (Onion) များကို Storage ထဲတွင် သိမ်းဆည်းရာ၌ **Weight Loss** (အလေးချိန်လျော့ခြင်း)၊ **Damage** (ပျက်ခြင်း၊ အမြစ်ပေါက်ခြင်း၊ ဖုန်တက်ခြင်း) မဖြစ်စေရန် အဓိကထိန်းရမည့်အချက်များမှာ—

1. အပူချိန် (Temperature)
2. ရေခိုးရေငွေ့ ပမာဏ (Relative Humidity – RH)
3. လေဝင်လေထွက် (Ventilation / Airflow)
4. Proper Curing (အခြောက်ခံခြင်း)

ဖြစ်ပါသည်။

**၁။ ကြက်သွန်နီ Storage အတွက် သင့်တော်သော Temperature Long-Term Cold Storage**

အကောင်းဆုံး Temperature မှာ —  

$$T = 0\text{ }^{\circ}\text{C to } 2\text{ }^{\circ}\text{C}$$

ဖြစ်ပါသည်။

အပူချိန်တွင်—

- Respiration Rate နည်းသွားသည်
- Weight Loss နည်းသည်
- Sprouting (အမြစ်ပေါက်ခြင်း) လျော့သည်
- Fungus / Bacteria ကြီးထွားမှုနည်းသည်

ဖြစ်သည်။

# Refrigeration မရှိပါက

Cool Dry Storage တွင် —

$$T = 7\text{ }^{\circ}\text{C to } 13\text{ }^{\circ}\text{C}$$

ထားနိုင်သည်။  
သို့သော် Shelf Life လျော့နိုင်သည်။

## III Relative Humidity (RH)

ကြက်သွန်နီအတွက် RH အလွန်အရေးကြီးသည်။

### Recommended RH

$$RH = 65\% \text{ to } 75\%$$

အကောင်းဆုံးဖြစ်သည်။

### RH မြင့်လွန်းလျှင် (>80%)

ဖြစ်နိုင်သောပြဿနာများ —

- Mold
  - Black Rot
  - Soft Rot
  - Neck Rot
  - Sprouting
- များလာမည်။

### RH နိမ့်လွန်းလျှင် (<60%)

- Onion ထဲမှ ရေဓာတ်ထွက်သွားသည်
- Shrinkage
- Weight Loss
- Outer Skin ခြောက်ပြီး ပျက်စီးသည် ဖြစ်လာသည်။

## II Ventilation (လေဝင်လေထွက်)

ကြက်သွန်နီသည် Respiration လုပ်သောကြောင့်—

- Heat
  - Moisture
  - CO<sub>2</sub> Gas ထွက်ပေးသည်။
- ထို့ကြောင့် Ventilation မကောင်းလျှင်—
- Hot Spot ဖြစ်သည်
  - Condensation ဖြစ်သည်
  - Rot ဖြစ်သည်
  - Weight Loss တိုးသည်

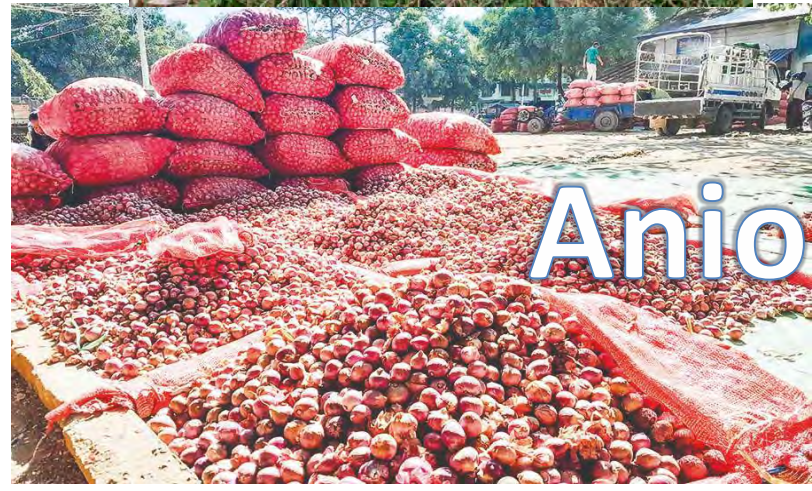
၅။ Ethylene နှင့် CO<sub>2</sub> ပြဿနာ  
ကြက်သွန်နီသည် CO<sub>2</sub> ထုတ်ပေးသည်။  
CO<sub>2</sub> များလျှင်—

- Physiological Damage
- Bad Smell
- Quality Reduction

ဖြစ်နိုင်သည်။  
ထို့ကြောင့်—

$CO_2 < 3\%$

ဖြစ်အောင် Ventilation လုပ်ရသည်။



# Anions Flow





# Anion lowcost storage Facility

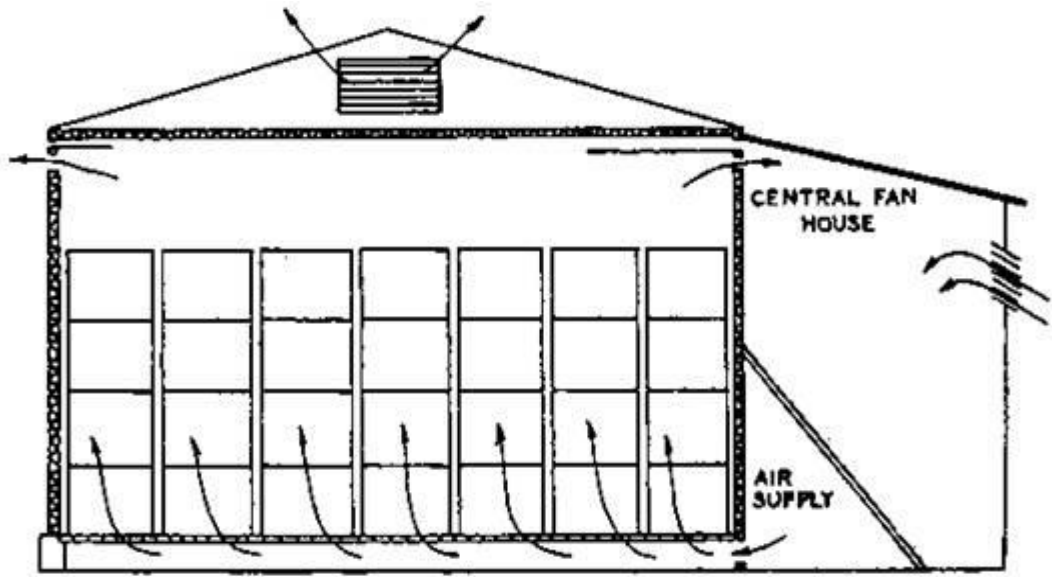
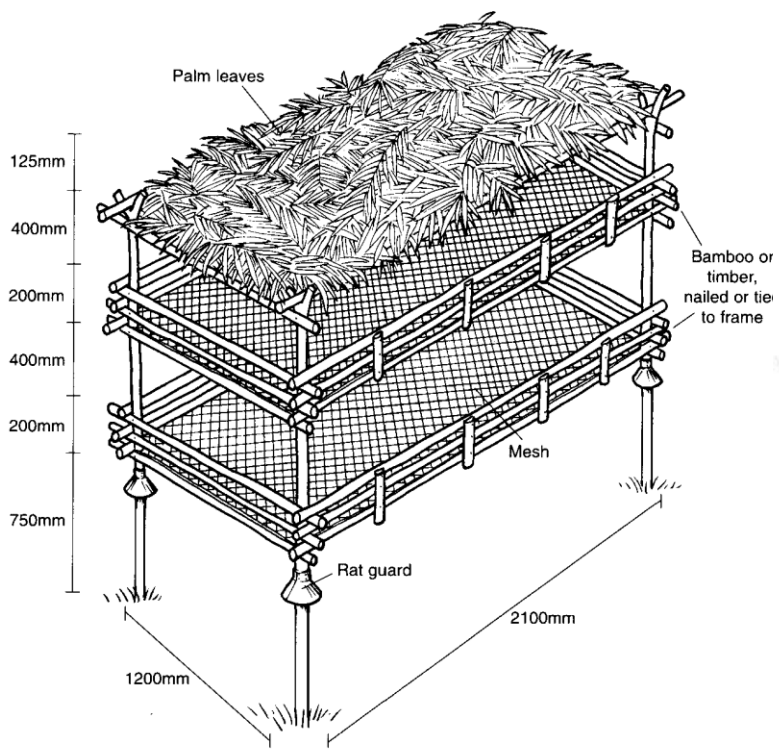




# Natural ventilated onion storage Method



# Anion Management



## Best Storage Condition Summary

Parameter	Recommended
Temperature	0–2°C
RH	65–75%
Airflow	200–250 m <sup>3</sup> /hr per ton
CO <sub>2</sub>	<3%
Light	Dark
Storage Type	Ventilated Crate / Mesh Bag
Pre-treatment	Proper Curing

## ၇။ Onion Damage ဖြစ်စေသော အကြောင်းရင်းများ

Problem	Cause
Weight Loss	RH နည်းခြင်း
Sprouting	Temperature မတည်ငြိမ်
Rot	RH မြင့်ခြင်း
Black Mold	Wet Onion
Soft Onion	Poor Ventilation
Condensation	Rapid Cooling



# Chille and Chille Powder





မြန်မာနိုင်ငံတွင် ငရုပ်သီး (Chili / Pepper) ကို ဈေးကွက်ဝင် Export Quality ရရှိစေရန်နှင့် မှီမတက်စေဘဲ တာရှည်ထိန်းသိမ်းနိုင်ရန် Harvesting →

**Drying/Curing → Sorting → Packaging → Cool Storage → Transportation**

အဆင့်တိုင်းကို စနစ်တကျ ထိန်းချုပ်ရန် အရေးကြီးပါသည်။  
အထူးသဖြင့်

- Moisture (ရေဓာတ်)
- Temperature (အပူချိန်)
- Relative Humidity (RH)
- Air circulation (လေဝင်လေထွက်)
- Mold spores & insects တို့ကို ထိန်းချုပ်ရပါမည်။

**၁။ Harvesting (ရိတ်သိမ်းခြင်း)**

**Harvesting Time**

- အနီရောင် 80-90% ပြောင်းပြီးမှ ရိတ်သိမ်း
- မနက်အစောပိုင်း သို့မဟုတ် ညနေပိုင်းတွင် ခူးရန်ကောင်း
- မိုးရွာပြီးချိန် ခူးခြင်း မလုပ်သင့်

**Avoid**

- စိုစွတ်နေသော ငရုပ်သီး
- မြေကြီး၊ ရွှံ့၊ ပုပ်သီး ပါဝင်ခြင်း
- ထိခိုက်ဒဏ်ရာရခြင်း

**Good Practice**

- လက်ဖြင့်ညှင်သာစွာခူး
- Plastic crate အသုံးပြု
- Gunny bag ထဲဖိသိပ်ခြင်း မလုပ်



## ၂။ Cleaning & Sorting

Harvest ပြီးနောက်

### ဖယ်ရှားရန်

- ပုပ်သီး
- မိတ်တက်သီး
- အပေါက်ဖောက်သီး
- အနာရသီး
- Insect damaged pods

### Cleaning

- ခြောက်သောအဝတ်ဖြင့် သန့်ရှင်း
- ရေဆေးလျှင် Drying ကောင်းစွာလုပ်ရန်လို

## ၃။ Curing / Drying Process (အရေးကြီးဆုံး)

မူမတက်စေရန် အဓိကအဆင့်ဖြစ်သည်။

### Target Moisture Content

- Long storage အတွက် 8–10% moisture သာထားရမည်

### Natural Sun Drying

#### Method

- Bamboo mat / net tray ပေါ်ဖြန့်
- မြေကြီးပေါ်တိုက်ရိုက်မခြောက်ရ
- တစ်နေ့ 6–8 နာရီ နေရောင်ခြောက်
- ညတွင်အတွင်းသို့သိမ်း

#### Drying Duration

- 7–15 days (ရာသီဥတုပေါ်မူတည်)

### Mechanical Dryer (ပိုကောင်း)

အပူချိန်ကို မျှတစွာထိန်းနိုင်သည်။

### Recommended Drying Temperature

- 50–60°C
- 60°C ကျော်လျှင်
- Color fade
- Capsaicin loss
- Aroma loss ဖြစ်နိုင်



## ၄။ Curing After Drying

Drying ပြီးသည်နှင့် တိုက်ရိုက်ပိတ်မထားရ။

### Conditioning Period

- 1-2 days
- အေးပြီးလေဝင်လေထွက်ကောင်းသောနေရာ အကျိုးကျေးဇူး
- Remaining moisture balance ဖြစ်
- Condensation လျော့
- Mold growth လျော့



## ၅။ Packaging

### Recommended Packaging Export Quality

- Food-grade PP woven bag
- Jute bag with inner liner
- Vacuum pack
- Hermetic bag

### Small Retail

- Aluminum foil pouch
- Vacuum pouch



## ၆။ Cool Storage Conditions

ငရုပ်သီးခြောက်ကို အောက်ပါ condition တွင်ထားလျှင် shelf life ပိုရှည်သည်။

### Recommended Storage Temperature

Fresh chili ကို 5°C အောက်ထားလျှင် chilling injury ဖြစ်နိုင်သည်။

Product

Temperature

Dry chili

5–10°C

Fresh chili

7–10°C

### Recommended Relative Humidity (RH)

Dry chili တွင် RH မြင့်လျှင်

- Mold
  - Caking
  - Insect growth
- ဖြစ်တတ်သည်။

Product

RH

Dry chili

50–60% RH

Fresh chili

85–90% RH

## ၇။ Air Circulation

လေဝင်လေထွက် မကောင်းလျှင် Condensation ဖြစ်ပြီး မှိုတက်သည်။

### Recommended

- Air velocity = 0.2–0.5 m/s
- Stack between wall = 30 cm gap
- Floor clearance = 15–20 cm pallet

## ၈။ Mold Prevention (အရေးကြီး)

### Common Fungi

- Aspergillus
- Penicillium
- Rhizopus

အထူးသဖြင့် Aspergillus သည် Aflatoxin ထုတ်နိုင်ပြီး Export Reject ဖြစ်နိုင်သည်။

### Prevention Methods

#### Keep Moisture Low

- <10%

#### Maintain RH

- <60%

#### Ventilation

- Continuous airflow

#### Sanitation

- Store room cleaning
- Pest control

#### Use Desiccant

- Silica gel
- Moisture absorber



# Small Commercial Chili Storage

## ၁၁။ Export Quality Checklist

### Required

- Uniform color
- No mold
- Low moisture
- No insects
- No aflatoxin**
- Proper grading
- Hygienic packing

### Condition

- Room temperature
- Good dry storage
- Cool storage



### Shelf Life

- 2–4 months
- 6–8 months
- 10–18 months

### Important Export Tests

- Moisture %
- Aflatoxin test
- Pesticide residue
- Microbial test

## ၁၂။ Myanmar Climate အတွက် အကြံပြုချက်

မြန်မာနိုင်ငံတွင် RH မြင့်သောကြောင့် Rainy season တွင် အထူးသတိထားရသည်။



### Best Practice

- Solar dryer အသုံးပြု
- Mechanical dryer backup
- Dehumidifier ပါသော storage
- Hygrometer တပ်ထား

**Aflatoxin Mold** ဆိုသည်မှာ မှိတ်မျိုးမှ ထုတ်လုပ်သော အဆိပ်ဓာတ် (Mycotoxin) ဖြစ်ပြီး လူနှင့်တိရစ္ဆာန်တို့၏ ကျန်းမာရေးအတွက် အလွန်အန္တရာယ်ရှိပါသည်။ အထူးသဖြင့် **Aspergillus flavus** နှင့် **Aspergillus parasiticus** ဆိုသော မှိတ်မျိုးက ထုတ်လုပ်ကြသည်။



**Aflatoxin ဘယ်လို ဖြစ်ပေါ်သလဲ**

အပူချိန်မြင့်ပြီး စိုထိုင်းဆများသော နေရာများတွင် သိုလှောင်မှုမကောင်းပါက မှိတ်ကလာပြီး Aflatoxin ထုတ်လုပ်တတ်သည်။

အများဆုံးတွေ့ရသော အစားအစာများမှာ

- Peanut (မြေပဲ)
- Maize (ပြောင်းဖူး)
- ဆန်
- ပဲမျိုးစုံ
- အခြောက်သီးနှံ
- Animal feed (တိရစ္ဆာန်အစာ) တို့ဖြစ်သည်။



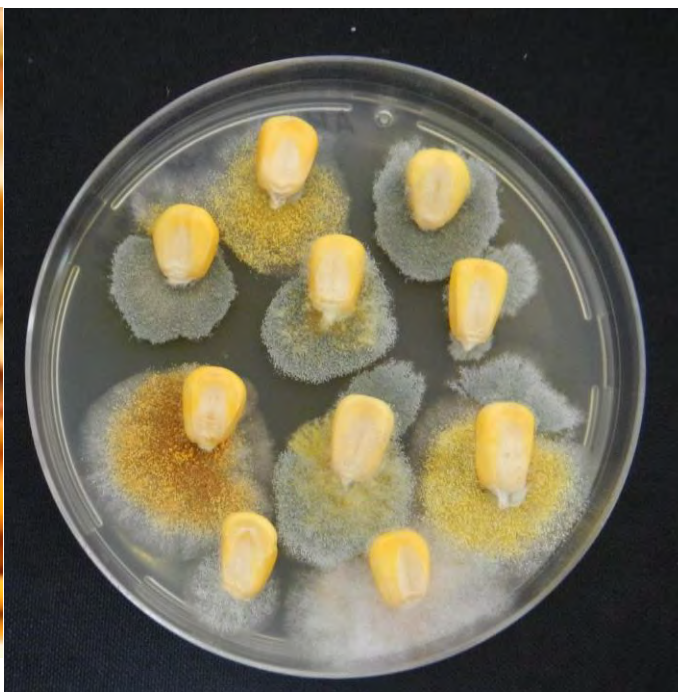
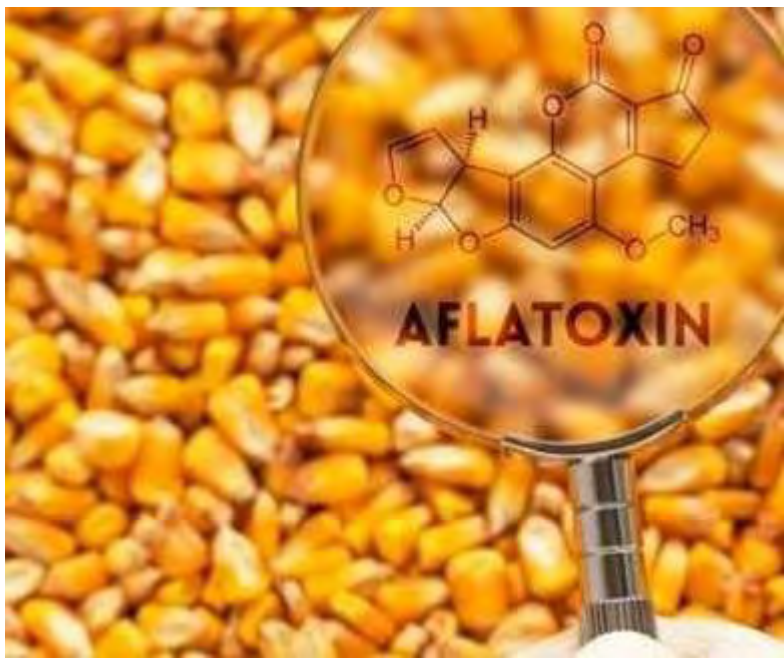


Fig. 1. Deterioration of stored maize grains.



Fig. 2. Dominant fungi isolated from Agar plate technique.

## Aflatoxin ၏ ကျန်းမာရေးအန္တရာယ် ၁။ အသည်းပျက်စီးခြင်း

Aflatoxin သည် အသည်းကို တိုက်ရိုက်ထိခိုက်စေသော အဆိပ်ဖြစ်သည်။

- အသည်းရောင်ခြင်း
- Liver cell damage
- Fatty liver
- Liver failure ဖြစ်စေနိုင်သည်။

This corn will give you a lifetime experience. Wanna give it a try...

No thanks

You too will run, if you know how dangerous this moldy corn is...

Secreted by Fungus *Aspergillus Flavus* & species

**AFLATOXIN & HCC**

**Poor Food Harvesting, Processing and Storage**  
 Makes food products Susceptible for fungal attack and growth  
**Fungus secretes aflatoxins and makes food harmful**

Aflatoxin B1 is most carcinogenic

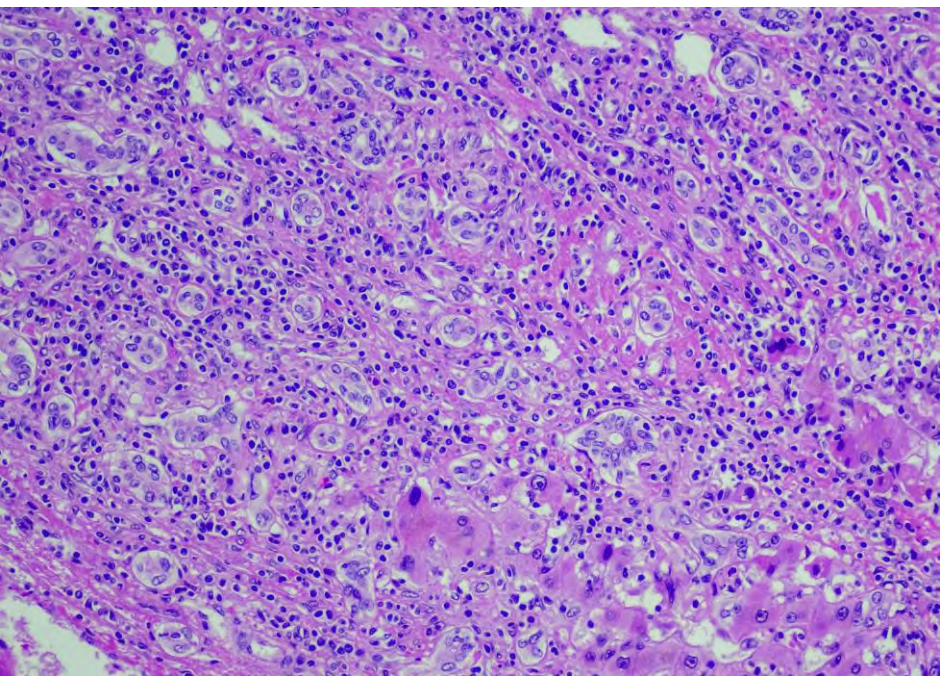
Aflatoxins are Mycotoxins and Carcinogens

Corn is most favorite of this fungus

And Peanut

Maize, nuts, rice and cereal grain are Most affected ones

©2020 Priyanga Singh



**Aflatoxin B1**

သည် လူတို့ အသည်းကင်ဆာ ဖြစ်စေသော အဆိပ်အပြင်းဆုံး Mycotoxin ဖြစ်သည်။

**ခန္ဓာကိုယ်ထိ ဝင်သွားသောအခါ**

**Step 1 — အစာနှင့်အတူ ဝင်သည်**

လူက မှီတက်နေသော မြေပဲ၊ ပြောင်း၊ အစာများ စားမိသည်။

↓

**Step 2 — အသည်း (Liver) သို့ ရောက်သည်**

အသည်းသည် အဆိပ်ဖျက်ရန် ကြိုးစားသည်။

သို့သော် Aflatoxin B1 သည်

အသည်းအတွင်းမှာ

**“Aflatoxin Epoxide”**

အဖြစ် ပြောင်းလဲသွားသည်။

၎င်းသည် DNA ကို တိုက်ခိုက်သည်။

↓

**Step 3 — DNA Damage ဖြစ်သည်**

- Gene mutation
  - Cell damage
  - Tumor formation
- ဖြစ်စေသည်။

↓

**Step 4 — Liver Cancer ဖြစ်နိုင်သည်**

အချိန်ကြာလာလျှင်

**Hepatocellular Carcinoma (HCC)**

ဆိုသော အသည်းကင်ဆာ ဖြစ်နိုင်သည်။



Aflatoxin Mold (Aspergillus flavus / Aspergillus parasiticus မှ ထွက်သော အဆိပ်ဓါတ်) ဟာ မြေပဲ၊ ပြောင်းဖူး စတဲ့ သီးနှံတွေမှာ ပိုးမွှားတက်တဲ့အခါ ဖြစ်လာတဲ့ “Aflatoxin” ဆိုတဲ့ အဆိပ်ဓါတ်ပါ။

အရေးကြီးတာက—

- မှို (Mold) ကို ဖယ်ရှားနိုင်ပေမယ့်
- Aflatoxin အဆိပ်ဓါတ်ကို အလွယ်တကူ မဖယ်ရှားနိုင်ပါ

ဖြစ်ပါတယ်။

မြေပဲ → မြေပဲဆီ ဖြစ်သွားရင် Aflatoxin ပျောက်သွားမလား?

အဖြေက — မပျောက်သွားနိုင်ပါ။

Aflatoxin ဟာ

- အပူခံနိုင်စွမ်း မြင့်တယ်
- Oil processing လုပ်စဉ်အတွင်း တချို့ကျန်နေနိုင်တယ်

• အထူးသဖြင့် မသန့်စင်ထားတဲ့ crude oil တွေမှာ ပိုကျန်တ ဖြစ်ပါတယ်။

ဘာကြောင့် ဆီထဲမှာ ဆက်ကျန်နိုင်သလဲ?

Aflatoxin က chemical toxin ဖြစ်သွားပြီဆိုတော့—

- မှိုကို သတ်လိုက်လည်း
- အခြောက်လှန်းလိုက်လည်း
- ကြော့လိုက်လည်း

အဆိပ်ဓါတ် အကုန်မပျက်ပါဘူး။

ဥပမာ—

- မှိုတက်မြေပဲကို ဆီကြိတ်လိုက်ရင် toxin တချို့က oil phase ထဲပါသွားနိုင်တယ်
- Peanut cake / meal ထဲမှာလည်း ကျန်နိုင်တယ်

Aflatoxin



(a) Fish Shrimp (Shrimp) feed in the market



(b) Fish Shrimp (Shrimp)



## Cold Room Design Recommendation Small Commercial Chili Storage

Parameter	Recommendation
Temperature	5–10°C
RH	50–60%
Insulation	PU Panel 75–100 mm
Air circulation	Continuous
Lighting	Low heat LED
Flooring	Epoxy / concrete
Dehumidifier	Recommended

# COLD STORAGE ROOM FOR SMALL FARMS



# Commercial Farm

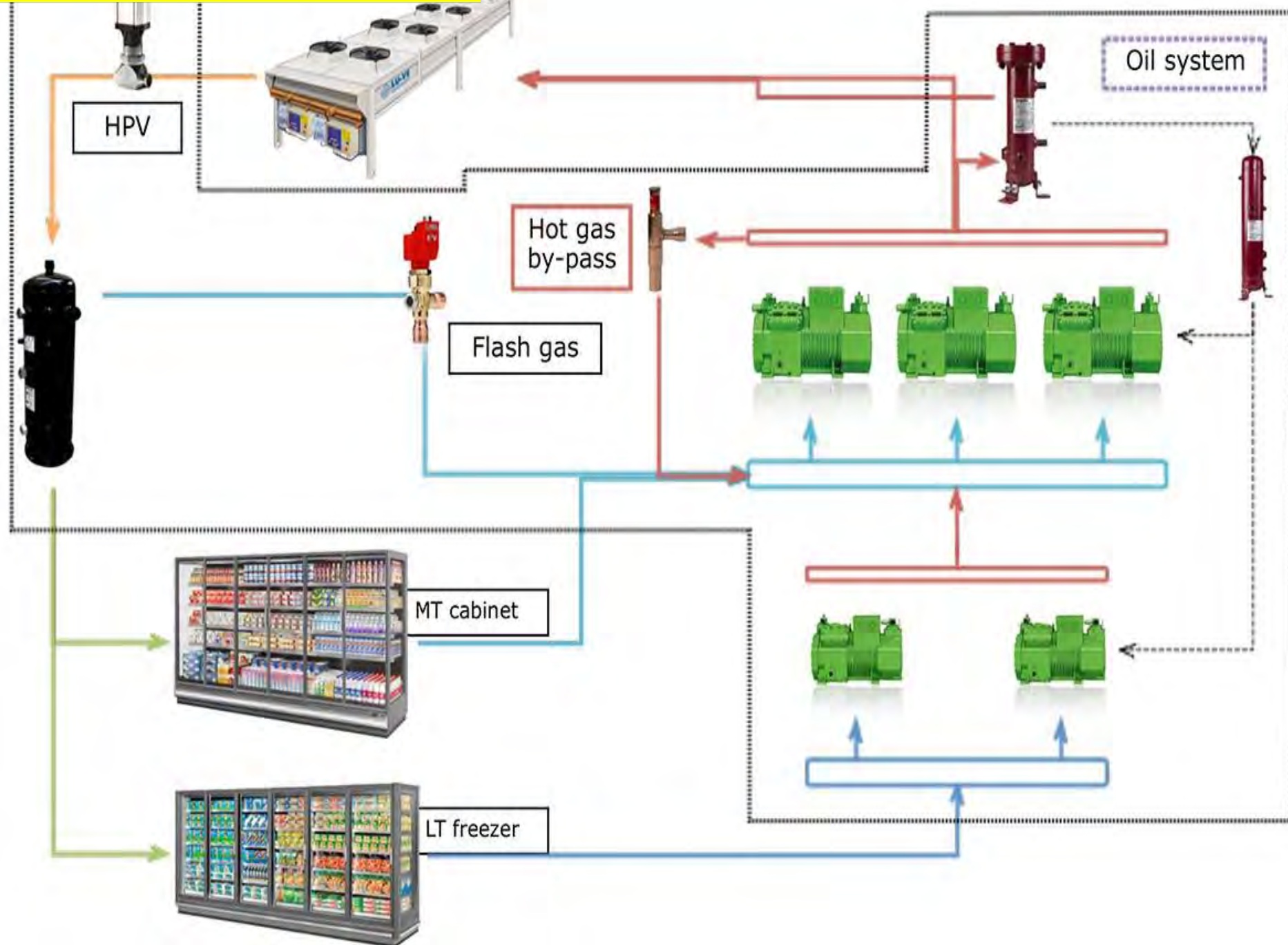


# Refer Container And Container Ship



**Super Market Cool Storage**

# Head Pressure Control Valve HPV



Showcase / Display Case Refrigeration System များတွင် ထားရှိမည့် ပစ္စည်းအမျိုးအစားပေါ် မူတည်၍ Temperature, Humidity, Air Flow, Superheat, Defrost Control စသည်တို့ကို မတူညီအောင် Set လုပ်ပေးရပါသည်။

အကြောင်းမှာ ပစ္စည်းတိုင်း၏ Shelf Life, Moisture Loss, Bacteria Growth Rate, Frost Formation, Product Quality တို့ မတူသောကြောင့် ဖြစ်သည်။

1. Product Type အလိုက် Temperature Set Point များ

Product Type	Display Temperature	Relative Humidity (RH)	Remarks
Meat	0°C ~ +2°C	85~90%	Fresh Meat Color မပြောင်းရန်
Fish / Seafood	-1°C ~ 0°C	90~95%	Ice Bed အသုံးများ
Dairy Product	+2°C ~ +4°C	75~85%	Milk, Yogurt
Beverage	+4°C ~ +8°C	60~70%	Condensation မဖြစ်ရန်
Cake / Bakery	+10°C ~ +15°C	50~60%	Dry မဖြစ်ရန်
Vegetable	+4°C ~ +8°C	85~95%	Moisture ထိန်းရန်
Frozen Food	-18°C ~ -22°C	Low RH	Frost Control အရေးကြီး
Ice Cream	-22°C ~ -25°C	Low RH	Hard Frozen State

## 2. Thermostat Set လုပ်ပုံ

Thermostat သည် Compressor ON/OFF ကို ထိန်းချုပ်သော Main Temperature Controller ဖြစ်သည်။

ဥပမာ —

### **Meat Display Case**

- Cut-in = +2°C
- Cut-out = 0°C

ဆိုလိုသည်မှာ

Temperature +2°C တက်သွားလျှင် Compressor RUN  
0°C ရောက်လျှင် STOP

### **Beverage Cooler**

- Cut-in = +8°C
- Cut-out = +4°C

### **Frozen Display**

- Cut-in = -18°C
- Cut-out = -22°C

## Superheat Setting လိုအပ်ပါသလား?

လိုအပ်ပါသည်။ အလွန်အရေးကြီးပါသည်။

Superheat မမှန်လျှင် —

- Coil Freeze ဖြစ်နိုင်
- Liquid Refrigerant Compressor ထဲဝင်နိုင်
- Cooling မကောင်း
- Energy Waste ဖြစ်နိုင်

TXV (Thermostatic Expansion Valve) သို့မဟုတ် EEV ဖြင့် Superheat ကို Control လုပ်ကြသည်။

## Recommended Superheat Values

Superheat Formula —

$$Superheat = T_{suction\ line} - T_{evaporating}$$

ဥပမာ —

- Suction Line Temp = 8°C
- Evaporating Temp = 2°C

Superheat = 6K

## Evaporator Pressure Regulators (EPRs)

### EEV / TXV / ERV ဆိုတာ

• EEV (Electronic Expansion Valve)

သို့

• TXV / TEV

ဟု အသုံးများကြသည်။

### EEV Advantages

• Precise Superheat Control

• Energy Saving

• Stable Product Temperature

• Multi Product Display Case အတွက် ကောင်း

Supermarket Multideck Showcase များတွင် EEV Control အများဆုံး အသုံးပြုလာကြသည်။

### 5. Humidity Control အရေးကြီးမှု

Vegetable နှင့် Meat Display တွင် RH မမှန်လျှင် —

• Weight Loss

• Product Drying

• Color Change

• Shrinkage

ဖြစ်နိုင်သည်။

### Vegetable Case

RH = 90~95%

### Cake Showcase

### Purpose:

To ensure evaporator pressure does not fall below the coil's design SST (Saturated Suction Temperature). EPRs all **Open** on **Rise** of **Inlet** pressure.



SPORT



SORIT-12, -15 & -20



SORIT-PI



ORIT-6 & -10

# ERV (Evaporator Regulating Valve) ဆိုတာဘာလဲ

ERV သည် —  
Evaporator Pressure ကို Control လုပ်ပြီး  
Evaporator Temperature ကို သတ်မှတ်ထားသော Level မှ  
ထိန်းထားပေးသော Valve ဖြစ်သည်။  
Refrigeration System တွင် —

Evaporating Pressure ↓  
⇒ Evaporating Temperature ↓  
⇒ Cooling ပိုအေးလာ

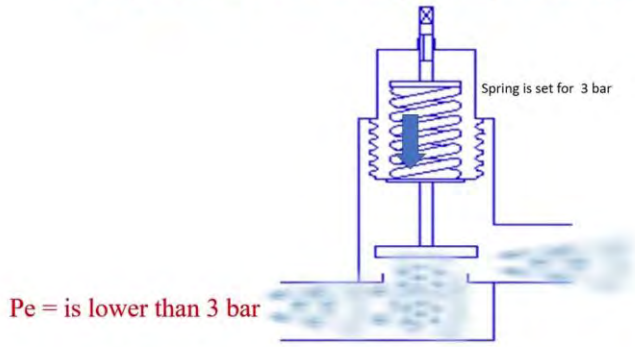
Evaporating Pressure ↑  
⇒ Evaporating Temperature ↑  
⇒ Cooling ပိုနွေးလာ

Pressure နှင့် Temperature ဆက်စပ်မှုမှာ —  
 $P \downarrow \Rightarrow T_{evap} \downarrow$

## .ERV ဘာကြောင့် အရေးကြီးသလဲ

Rack Refrigeration System တစ်ခုတွင်  
Compressor တစ်လုံးတည်းကို Showcase များစွာ share  
လုပ်ကြသည်။

### Evaporator Pressure Regulating Valve (EPRV)



ဥပမာ — Showcase Type	Required Temp
Meat	0°C
Beverage	+5°C
Vegetable	+7°C
Frozen Food	-20°C

Compressor Suction Pressure တစ်ခုတည်းရှိသော်လည်း Showcase တစ်ခုချင်းစီ၏ Evaporator Pressure ကို ERV ဖြင့် မတူညီအောင် Control လုပ်ပေးသည်။ ဒါကြောင့် Product တစ်ခုနှင့်တစ်ခု အအေးနှုန်း မတူနိုင်ပါ။

### ERV ဘယ်နေရာမှာ တပ်သလဲ

ERV ကို Evaporator Outlet (Suction Line) ဘက်တွင် တပ်ဆင်သည်။

Flow Sequence —

Compressor → Condenser → Expansion Valve → Evaporator → ERV → Suction Line

### 4. ERV က Temperature ကို ဘယ်လိုထိန်းသလဲ

ERV သည် Suction Pressure ကို Artificially Hold လုပ်ပေးသည်။

ဥပမာ —

**Meat Display Case**

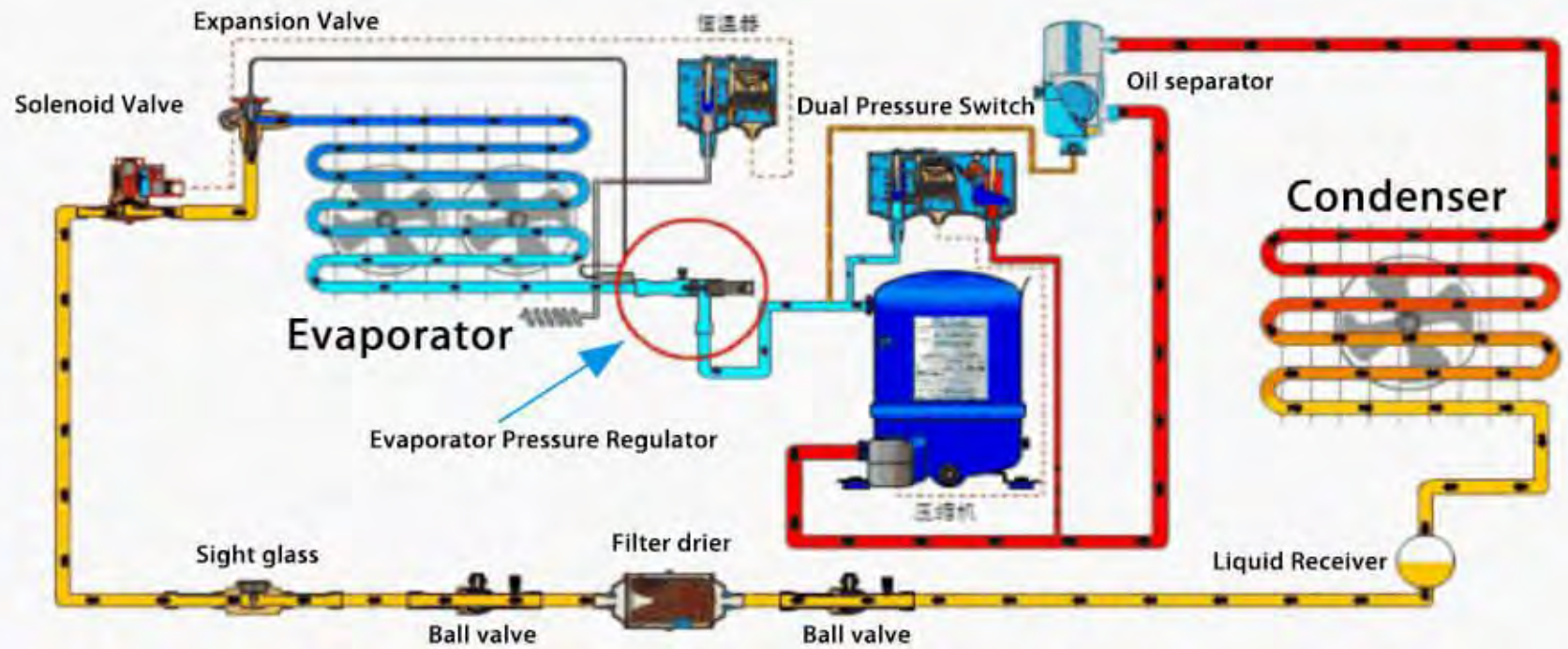
**လိုချင်သော Coil Temp = -5°C**

**R404A Refrigerant Pressure Table အရ**

**-5°C ≈ 2.5 bar**

**ဒါကြောင့် ERV ကို 2.5 bar အနီးတွင် Set လုပ်သည်။**

**Pressure ကျလွန်းမသွားအောင် Valve ပိတ်ထိန်းပေးသည်။**

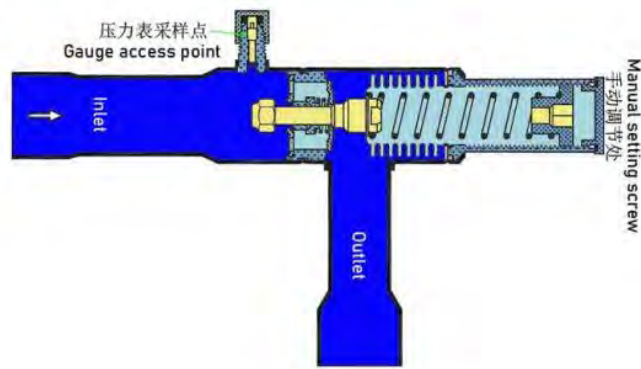


The evaporator pressure regulator, or EPR, is a crucial control valve in the HVAC system.

It plays a significant role in maintaining a constant pressure within the evaporator coil, ensuring the system's optimal performance.

When load changes or varying ambient conditions occur, the EPR holds back refrigerant flow until a preset pressure is reached, thereby keeping the evaporator temperature above freezing or within the desired range.

This regulator, installed in the suction line at the outlet of the evaporator coil, effectively manages downstream pressure based on the evaporator's inside pressure, protecting against coil frosting and maintaining the system's peak performance.



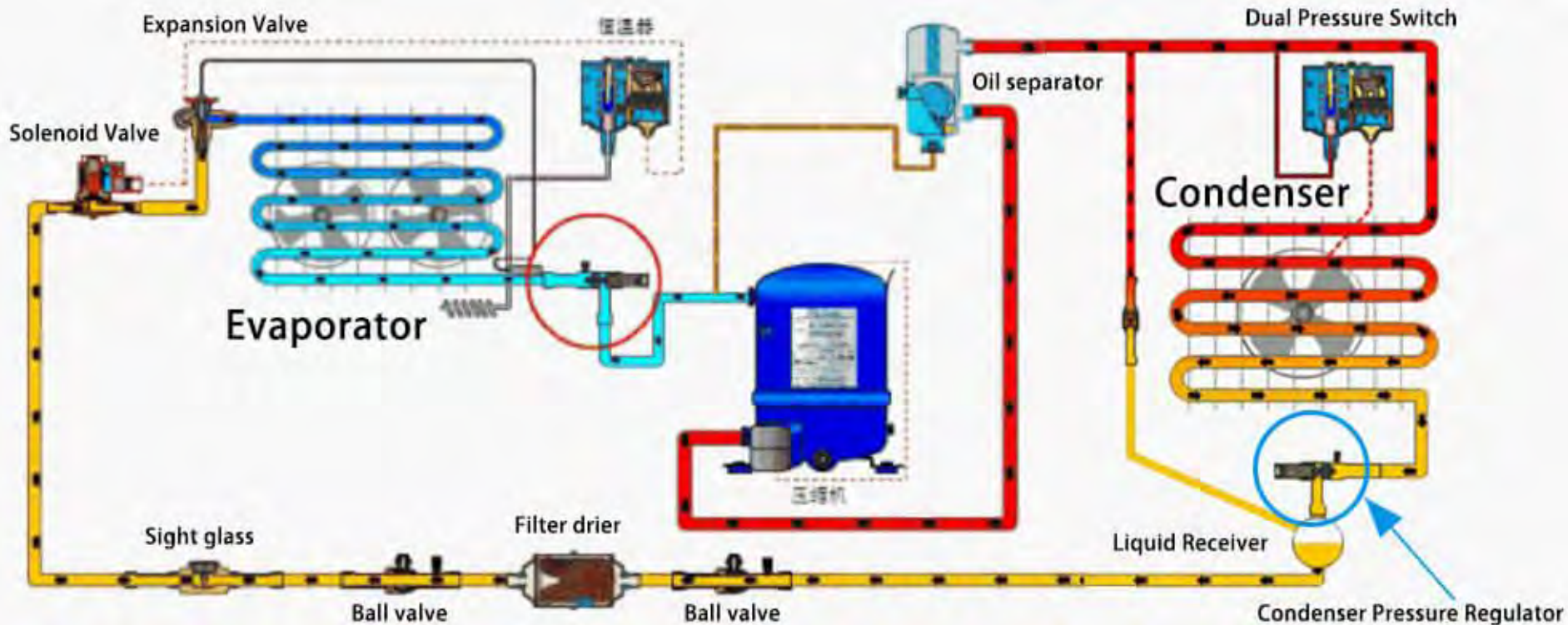
Before understanding the working principle of a pressure-regulating valve, we should first understand the composition of a pressure-regulating valve.

The pressure regulator valve is mainly composed of a spring, balance bellows, valve plate, damping device, pressure gauge connector, adjusting nut, sealing cap, and valve seat.

Let's take the evaporator pressure regulator as an example. Its working principle is the comparison between the inlet pressure of the evaporator pressure regulator and the spring elasticity.

When the pressure is lower than the set value (spring force), the evaporator pressure regulator valve closes, the evaporator pressure regulator valve inlet pressure rises, the pressure inside the evaporator falls (evaporator saturation pressure decreases), and the corresponding evaporation temperature decreases.

A pressure regulating valve is mostly used in dual-temperature cold storage, through the adjustment of pressure to realize that different evaporators have different evaporation pressures, so as to realize different cold storage temperatures.



A condenser pressure regulator is a pressure regulator that controls the refrigerant flow from the condenser to the receiver or other downstream components.

Its goal is to maintain minimum condensing pressure, especially during low ambient temperature conditions.

This regulator is typically installed in the liquid line between the condenser and receiver to restrict refrigerant flow as needed.

So it builds or maintains appropriate pressure in the condenser for efficient operation and stable system pressure.

Product	Evap Temp	ERV Pressure Setting
Meat	-5°C	Higher Pressure
Beverage	0°C	Medium
Vegetable	+2°C	Higher
Frozen Food	-28°C	Very Low

Pressure ERV တစ်ခုချင်းစီကို မတူညီသော Pressure Set Point ထားပေးသည်။

**TXV / EEV Superheat Setting ကို မတူညီအောင်လုပ်သည်။**

Product	Superheat
Meat	5K
Beverage	8K
Frozen	4K

## Meat Showcase

Parameter	Setting
Room Temp	0°C
Evap Temp	-6°C
Superheat	5K
Defrost	6 hr
Fan	Low Speed
RH	90%

## Beverage Showcase

Parameter	Setting
Room Temp	+5°C
Evap Temp	-2°C
Superheat	8K
Fan	Medium
RH	65%

## Important Engineering Principle

Product Temperature ကို Control လုပ်ရာတွင် —  
“Air Temperature” တစ်ခုတည်းမဟုတ်ဘဲ —

- Evaporator Pressure
- Coil Temperature
- Refrigerant Flow
- Superheat
- Air Velocity
- Humidity
- Defrost Frequency

အားလုံးကို Combined Control လုပ်ရပါသည်။

ERV သည် ထိုထဲမှ

“Evaporator Temperature Stabilization” အတွက် အဓိက Role တစ်ခုဖြစ်ပါသည်။

# The Way of Preservation For foods





# Color and Texture of Foods





Day 1



Day 2



Day 3



Day 4



Day 5



Day 6



Day 7



Day 1



Day 2



Day 3



Day 4



Day 5



Day 6



Day 7



Day 1



Day 2



Day 3



Day 4



Day 5



Day 6



Day 7

# The microbial spoilage of Mangoes fruit



# Signs of Spoilage:

- Odor
- Slime
- Mold Growth
- Discoloration



# Food Preservation Methods

အစားအသောက်များ ပျက်စီးခြင်းနှင့် တာရှည်ခံအောင် ထိန်းသိမ်းခြင်းဟာ microorganisms (အဏုဇီဝ) တွေ၊ အပူချိန်၊ ရေဓာတ် (moisture) နှင့် အောက်စီဂျင်တို့နဲ့ တိုက်ရိုက်ဆက်စပ်ပါတယ်။ အစားအသောက်များ တာရှည်ခံအောင်

ထိန်းသိမ်းနည်းများ

1. Refrigeration (အေးခန်းသိုလှောင်ခြင်း)

- Temperature: 0°C – 4°C
- အသုံးပြုရာ: သားငါး၊ နို့ထွက်ပစ္စည်း၊ ဟင်းသီးဟင်းရွက်
- Principle: ဘက်တီးရီးယား ကြီးထွားနှုန်းကို လျော့ချ



2. Freezing (အခဲပြုသိုလှောင်ခြင်း)

- Temperature: -18°C အောက်
- အသုံးပြုရာ: သားငါး၊ frozen food
- Principle:
  - Microbial growth almost stops
  - Enzyme activity လျော့ကျ



3. Drying (ခြောက်သွေ့စေခြင်း)

- နေရောင်ခြောက်၊ oven drying
- အသုံးပြုရာ: ငါးခြောက်၊ အသီးခြောက်
- Principle: ရေဓာတ်မရှိရင် ဘက်တီးရီးယား မကြီးထွားနိုင်



4. Salting & Sugaring (ဆား/ချိုထည့်ခြင်း)

- ငါးပိ၊ အသားခြောက်၊ jam
- Principle:
  - Osmotic pressure ကြောင့် bacteria cell ပျက်စီး



## 5. Pickling (ချဉ်ရည်ထည့်ခြင်း)

•Vinegar (Acetic acid) အသုံးပြု

•Principle:

- Low pH → bacteria မရှင်နိုင်

## 6. Canning (လုံပိတ်သိုလှောင်ခြင်း)

•High temperature sterilization + airtight container

•Principle:

- Microorganism kill + air removal

## 7. Vacuum Packing / Modified Atmosphere

•Oxygen ကို ဖယ်ရှား

•Principle:

- Aerobic bacteria မကြီးထွားနိုင်

## 8. Chemical Preservatives

•Sodium benzoate, potassium sorbate

•Principle:

- Microbial growth inhibit

## 9. Fermentation (ချဉ်ဖောက်ခြင်း)

•Yogurt, kimchi

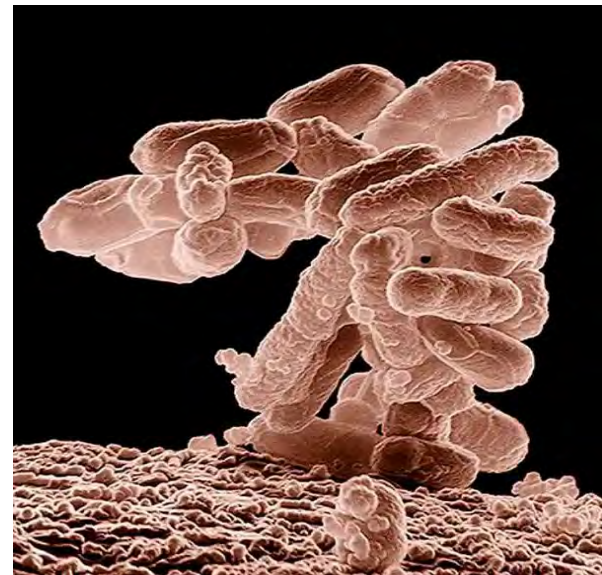
•Principle:

Good bacteria → harmful bacteria ကို တားဆီး



# Dangerous Bacteria in Food

# Dangerous Bacteria in Food



# Growth of Green Mold



# အစားအသောက်များ လျှင်မြန်စွာ ပျက်စီးရသည့် အကြောင်း

## အဓိက ၃ မျိုးရှိပါတယ်

### 1. ဘက်တီးရီးယား (Bacteria) – အဓိကအကြောင်း

- အစားအသောက်ပျက်စီးမှု၏ အဓိက cause
- Rapid growth (20–40°C မှာ အမြန်ဆုံး)
- Protein rich foods (အသား၊ ငါး) မှာ အများဆုံး

Example:

- Salmonella
- E. coli

### 2. မှို (Fungi / Mold & Yeast)

- Dry or acidic food တွင် အများဆုံးတွေ့
- အပေါ်ယံမှာ fuzzy growth ဖြစ်တတ်
- Some produce toxin (mycotoxin)

Example:

- Bread mold
- Fruit rot

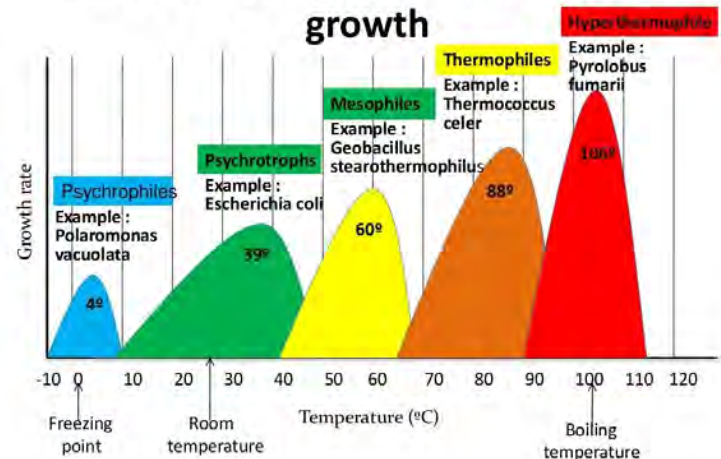
### 3. ဗိုင်းရပ်စ် (Virus)

- Food spoilage မဖြစ်စေဘူး
- Human disease ဖြစ်စေတတ် (food poisoning)
- Food မှာ multiply မလုပ်နိုင်

Example:

- Norovirus

### Effect of temperature on bacterial growth



**Nutrition Value**

# Nutrition Value

## Nutritional Value of Meat



**Chicken Breast**

4 oz  
110 calories  
23 grams protein  
2.5 grams fat



**Pork**

4 oz  
155 calories  
23 grams protein  
6 grams fat



**Salmon**

4 oz  
166 calories  
24 grams protein  
7 grams fat



**Shrimp**

4 oz  
112 calories  
27 grams protein  
0 grams fat



**Lean Ground Turkey**

4 oz  
120 calories  
28 grams protein  
1.5 grams fat



**Lean Ground Beef**

4 oz  
200 calories  
23 grams protein  
11 grams fat

Nutrition Value (အာဟာရတန်ဖိုး)” ဆိုတာ အစားအသောက်တစ်ခုထဲမှာ လူ့ခန္ဓာကိုယ်အတွက် အရေးပါတဲ့ အာဟာရဓာတ်များ ဘယ်လောက်ပါဝင်နေသလဲဆိုတာကို ပြသတာ ဖြစ်ပါတယ်။

## အဓိကပါဝင်တဲ့ အရာတွေကတော့

### 1. Macronutrients (အဓိက အာဟာရများ)

#### •Carbohydrates (ကာဘိုဟိုက်ဒရိတ်)

စွမ်းအင် (Energy) ပေးသော အဓိက အရင်းအမြစ်

#### •Protein (ပရိုတင်း)

ကိုယ်ခန္ဓာတည်ဆောက်မှု၊ ဆဲလ်ပြုပြင်ရေး

#### •Fat (အဆီ)

စွမ်းအင်ပေးပြီး ဗီတာမင်စုပ်ယူမှုအတွက် အရေးကြီး

### 2. Micronutrients (အသေးစား အာဟာရများ)

#### •Vitamins (ဗီတာမင်များ)

.

ဥပမာ – Vitamin A, B, C, D, E, K

#### •Minerals (သတ္တုဓာတ်များ)

ဥပမာ – Calcium, Iron, Potassium, Zinc

### 3. Water (ရေ)

•ကိုယ်ခန္ဓာ လည်ပတ်မှုအတွက် မဖြစ်မနေလိုအပ်

### 4. Fiber (အာဟာရကြော)

•အစာခြေစနစ်ကို ကူညီပြီး အူကျန်းမာရေးကောင်းစေ

### 5. Energy (Calories)

•အစားအစာမှ ရရှိသော စွမ်းအင်ပမာဏ  
(kcal or kJ ဖြင့်ဖော်ပြ)

### 6. Other Components

#### •Sugar (သကြား)

#### •Sodium (ဆားဓာတ်)

#### •Cholesterol (ကိုလက်စထရော)

အစားအသောက်တွေကို တာရှည်ခံအောင် ထိန်းသိမ်းတဲ့အခါ Nutrition Value (အာဟာရတန်ဖိုး) ကို မဖြစ်မနေ ထည့်သွင်းစဉ်းစားရတာဟာ “မပျက်စီးအောင်ထားရုံ” မဟုတ်ဘဲ စားသုံးသူအတွက် အာဟာရပြည့်ဝမှုကိုလည်း ထိန်းထားဖို့လိုအပ်တဲ့အတွက် ဖြစ်ပါတယ်။

**1. Preservation လုပ်တာကြောင့် Nutrients ပျက်နိုင်တယ်**  
အစားအသောက်ကို ထိန်းသိမ်းတဲ့ process တစ်ခုချင်းစီက အာဟာရအချို့ကို လျော့နည်းစေတတ်ပါတယ်

- ဥပမာ—
  - အပူမြင့် (canning, cooking)  
→ Vitamin C, B vitamins ပျက်စီးလွယ်
  - Freezing  
→ Nutrient loss နည်းပေမယ့် thawing မှာ drip loss ဖြစ်နိုင်
  - Drying  
→ Vitamin A, C လျော့နည်းနိုင်
- “ဘယ်နည်းလမ်းသုံးရင် အာဟာရဆုံးရှုံးမှု အနည်းဆုံးလဲ” ကို စဉ်းစားရပါတယ်

**2. Shelf life vs Nutrition (Balance လုပ်ရမယ်)**

- Shelf life ကြာချင်ရင် → harsh method (heat, chemical)
  - Nutrition ကာကွယ်ချင်ရင် → mild method
- အကောင်းဆုံးက  
Shelf life + Nutrition ကို balance လုပ်တဲ့ method ရွေးချယ်ခြင်း

**3. အစားအစာ၏ အဓိကတန်ဖိုးဟာ Nutrition ဖြစ်တယ်**

- အစားအသောက်တစ်ခုကို—
- မပျက်သေးဘူး
  - ဒါပေမယ့် nutrient မရှိတော့ဘူး
- ဆိုရင်  
အစားအစာအဖြစ် တန်ဖိုးကျဆင်းသွားပြီ

#### 4. Nutrient degradation factors (ပျက်စီးစေတဲ့ အချက်များ) ထိန်းသိမ်းရာမှာ အောက်ပါ factors တွေကြောင့် nutrient လျော့နည်းတတ်ပါတယ်—

- Oxygen (oxidation)
- Light (photodegradation)
- Temperature (heat damage)
- Enzyme activity

ထို့ကြောင့် Vacuum packing, cold storage စတဲ့နည်းလမ်းတွေ သုံးပါတယ်

#### 5. Consumer Health အတွက် အရေးကြီး

- Vitamin deficiency မဖြစ်အောင်
- Protein quality မလျော့အောင်
- Mineral loss မဖြစ်အောင်

Food preservation = **Health protection system တစ်ခု**

#### 6. Industry & Standard Requirements

- HACCP
- GMP
- Food labeling  
Nutrition value မထိန်းနိုင်ရင်  
market acceptability လျော့ကျ

## ဥပမာဖြင့် နားလည်စေပါမယ်

### Strawberry

- Fresh → Vitamin C အများဆုံး
- Dry → Shelf life ကြာ
- BUT → Vitamin C လျော့

Decision:

- Export → freeze
- Snack → dry

### Fish

- Fresh → Protein quality high
- Freeze → quality almost maintain
- Overheat → protein denature

## အရေးကြီးဆုံး အချက်

Preservation ရဲ့ ရည်ရွယ်ချက် =

**Safety + Shelf life + Nutrition retention**

Nutrition မစဉ်းစားဘူးဆိုရင်—

“စားလို့ရပေမယ့် အကျိုးမရှိတဲ့ အစားအစာ” ဖြစ်နိုင်

# The Role of Oxygen In Product Cooling system

Refrigeration & Cold Storage system တွင် **Oxygen (O<sub>2</sub>)** ဟာ အပူချိန်တစ်ခုတည်းထက်ပိုပြီး **product quality (အရည်အသွေး)** ကို သက်ရောက်စေတဲ့ အရေးကြီးသော factor တစ်ခု ဖြစ်ပါတယ်။ အထူးသဖြင့် **သစ်သီးဝလံ၊ သားငါး storage** တွေမှာ O<sub>2</sub> control မလုပ်ရင် shelf life နည်းသွားနိုင်ပါတယ်။

# 1. Respiration (အသက်ရှူမှု) ကို ထိန်းချုပ်ပေးခြင်း

သစ်သီးဝလံတွေဟာ သက်ရှိ biological material ဖြစ်တဲ့အတွက် storage ထဲမှာလည်း respiration ဆက်လုပ်နေပါတယ်။

## Respiration reaction:

• Food + O<sub>2</sub> → CO<sub>2</sub> + Heat + Water

O<sub>2</sub> များရင်

→ Respiration rate မြင့်

→ Heat ထွက်

→ အသီးပျက်မြန်

O<sub>2</sub> နည်းရင်

→ Respiration လျော့

→ Shelf life ကြာ

ဒါကြောင့် **Controlled Atmosphere (CA Storage)** မှာ

• O<sub>2</sub> ကို ~2-5% လောက်ထိ လျော့ထားတတ်ပါတယ်

# 2. Ripening (အရွယ်ရောက်ခြင်း) ကို ထိန်းချုပ်ခြင်း

Oxygen ဟာ Ethylene reaction (ripening gas) ကို accelerate လုပ်ပေးပါတယ်

O<sub>2</sub> များရင်

• Fruit တွေ (banana, mango, apple) မြန်မြန်ရင့်

O<sub>2</sub> လျော့ရင်

• Ripening slow down

Export cold storage တွေမှာ

• O<sub>2</sub> ကို လျော့

• CO<sub>2</sub> ကို control

Long distance transport OK

### 3. Oxidation (ဓာတ်ပြောင်းခြင်း) လျော့ချခြင်း

Oxygen ကြောင့်—

- Fruit browning (apple, potato)
- Fat oxidation (meat rancidity)
- Vitamin loss ဖြစ်တတ်ပါတယ်

O<sub>2</sub> လျော့ထားရင်

Color maintain

Taste မပြောင်း

Nutrient preserve

### 4. Microbial Growth (ပိုးမွှားများ) ထိန်းချုပ်ခြင်း

Microorganisms တွေမှာ—

- Aerobic bacteria → O<sub>2</sub> လို
- Anaerobic bacteria → O<sub>2</sub> မလို

O<sub>2</sub> များလွန်းရင်

Aerobic bacteria growth မြင့်

O<sub>2</sub> နည်းရင်

Spoilage bacteria လျော့

သို့သော်

O<sub>2</sub> အရမ်းနည်းသွားရင်

Anaerobic spoilage / bad odor ဖြစ်နိုင်

## Meat & Fish Quality (အသားအရောင်နှင့် freshness)

သားငါးတွေမှာ—

O<sub>2</sub> presence

- Meat color = bright red (oxymyoglobin)

O<sub>2</sub> မရှိရင်

- Color = dark (deoxy state)

Retail display တွေမှာ O<sub>2</sub> control လုပ်ပြီး  
“fresh look” ထိန်းတတ်ပါတယ်



## Controlled Atmosphere (CA) vs Normal Cold Storage

Parameter	Normal Cold Room	CA Storage
Oxygen	21% (normal air)	1–5%
CO <sub>2</sub>	0.03%	3–10%
Shelf Life	Normal	2–5 times longer
Control	Temp only	Temp + Gas



# Oxidation Control Method

အစားအသောက်တွေမှာ **Oxygen (အောက်ဆီဂျင်)** ကြောင့် ဖြစ်တဲ့ **Oxidation (အောက်ဆီဒေးရှင်း)** ဆိုတာက - အစားအစာထဲရှိ **အဆီ၊ ဆီ၊ ဗီတာမင်များ၊ သို့မဟုတ် အရောင်/အနံ့ အစိတ်အပိုင်းများ** က လေထဲရှိ **Oxygen နဲ့ ဓာတုတုံ့ပြန်မှု ဖြစ်ခြင်း** ကို ဆိုလိုပါတယ်။

ဒီဖြစ်စဉ်ကြောင့် အစားအစာတွေမှာ အောက်ပါ ပြောင်းလဲမှုများ ဖြစ်နိုင်ပါတယ် -

**1) အနံ့ ပြောင်းလဲခြင်း (Rancidity)**

အဆီများပါဝင်တဲ့ အစားအသောက် (ဥပမာ - ဆီ၊ အသား၊ မုန့်များ) က **Oxygen နဲ့ တုံ့ပြန်ပြီး ဆိုးရွားတဲ့ အနံ့** ထွက်လာနိုင်ပါတယ်။ ဒါကို **rancid (ပုပ်နံ့)** လို့ခေါ်ပါတယ်။

**2) အရောင် ပြောင်းလဲခြင်း**

ဥပမာ -  
•သစ်သီးလှီးထားရင် အညိုရောင် ဖြစ်လာခြင်း  
•အသားအရောင် ပြောင်းလဲခြင်း  
ဒါတွေက **Oxygen** ကြောင့် ဖြစ်နိုင်ပါတယ်။



**3) ဗီတာမင် ပျက်စီးခြင်း**

**Vitamin C, Vitamin A** စတဲ့ ဗီတာမင်များဟာ **Oxygen နဲ့ ထိတွေ့ရင် လွယ်ကူစွာ ပျက်စီးနိုင်ပါတယ်။**

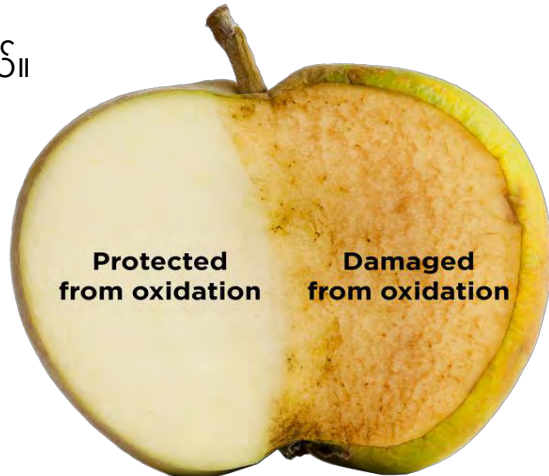
**4) အာဟာရတန်ဖိုး လျော့နည်းခြင်း**

**Oxidation** ဖြစ်လာရင် အစားအစာရဲ့ **အရည်အသွေး၊ အာဟာရတန်ဖိုး** လျော့ကျနိုင်ပါတယ်။

**Refrigeration / Cold Storage မှာ ဘာကြောင့် အရေးကြီးသလဲ?**

Cool Storage, Cold Room, CA Storage စနစ်တွေမှာ **Oxygen** ကို ထိန်းချုပ်ခြင်း (Controlled Atmosphere) ပြုလုပ်ကြပါတယ်။

- Oxygen လျော့နည်းစေခြင်း
  - Nitrogen ဖြည့်ခြင်း
  - CO<sub>2</sub> ထိန်းညှိခြင်း
- ဒီလိုလုပ်ခြင်းက သစ်သီးဝလံ ပုပ်သိုးမှု နှေးစေတယ်  
Oxidation လျော့စေတယ်  
သက်တမ်းရှည်စေတယ်

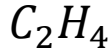


**Ethylene Gas ဘယ်လို အလုပ်လုပ်သလဲ?**

# Ethylene Gas သည် Fruit Ripening ကို မြန်စေသော

## အကြောင်းရင်း

Ethylene Gas (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) သည် သစ်သီးဝလံများတွင် သဘာဝအတိုင်း ထွက်ပေါ်သော **Plant Hormone Gas** တစ်မျိုးဖြစ်ပြီး Fruit Ripening (အသီးမှည့်ခြင်း) ကို ထိန်းချုပ်ပေးသည်။



## Ethylene Gas ဘယ်လို အလုပ်လုပ်သလဲ?

သစ်သီးအတွင်း Ethylene Gas ပမာဏ တိုးလာသောအခါ

### ၁။ Respiration Rate တိုးလာသည်

အသီး၏ အသက်ရှူမှု (Respiration) မြန်လာသည်။



ထို့ကြောင့် -

- Energy ပိုထုတ်သည်
- Ripening Process မြန်လာသည်

### ၂။ Starch ကို Sugar အဖြစ် ပြောင်းစေသည်

- Banana
- Mango
- Papaya

တို့တွင် Starch များကို Sugar အဖြစ် ပြောင်းစေပြီး ချိုလာစေသည်။

### ၃။ Cell Wall Softening ဖြစ်စေသည်

Ethylene သည် Enzyme များကို Activate လုပ်ပေးပြီး

- Fruit Flesh ပျော့လာသည်
- စားလို့ကောင်းလာသည်

## ၄။ Color Change ဖြစ်စေသည်

Chlorophyll (အစိမ်းရောင်) လျော့သွားပြီး -

- Yellow
- Orange
- Red

Pigment များ ပိုထင်ရှားလာသည်။

ဥပမာ -

- Banana → အစိမ်းမှ အဝါ
- Tomato → အစိမ်းမှ အနီ

## ၅။ Aroma & Flavor တိုးလာသည်

Ethylene ကြောင့် -

- မွှေးရနံ့ ထွက်လာသည်
- အရသာ ပိုကောင်းလာသည်

### Climacteric Fruits vs Non-Climacteric Fruits

#### Ethylene Sensitive Fruits (Climacteric Fruits)

Ethylene ကြောင့် အလွန်မြန်စွာ မှည့်သော အသီးများ

- Banana
- Mango
- Apple
- Papaya
- Tomato
- Avocado

#### Non-Climacteric Fruits

Ethylene သက်ရောက်မှု နည်းသော အသီးများ

- Orange

# Cold Storage တွင် Ethylene Control အရေးကြီးပုံ

Cool Storage / CA Storage များတွင် Ethylene များလွန်းပါက

- Over Ripening
- Softening
- Spoilage
- Shelf Life လျော့ခြင်း  
ဖြစ်နိုင်သည်။  
ထို့ကြောင့် —
- Ethylene Scrubber
- Fresh Air Ventilation
- Activated Carbon Filter
- Potassium Permanganate Filter  
တို့ဖြင့် ထိန်းချုပ်ကြသည်။

## Practical Example

Apple Storage Room ထဲတွင် Ethylene တက်လာပါက —

- Apple မြန်မြန်မှည့်မည်
  - Texture ပျော့မည်
  - Export Quality ကျမည်
- ထို့ကြောင့် Export Cold Storage များတွင် Ethylene Monitoring System များ တပ်ဆင်ကြသည်။

**Enzyme activity (အင်ဇိုင်း လှုပ်ရှားမှု)**

## Enzyme activity (အင်ဇိုင်း လုပ်ရှားမှု) ဆိုတာက

အစားအသောက်အတွင်းမှာရှိတဲ့ သဘာဝ protein catalysts တွေက chemical reaction များကို မြန်ဆန်စေခြင်းကို ဆိုလိုပါတယ်။ ဒီ enzyme တွေဟာ အစားအစာ မပျက်သေးခင်တောင် quality ကို ပြောင်းလဲစေနိုင်တဲ့ အရေးကြီး factor တစ်ခုပါ။

### Enzyme activity ဆိုတာဘာလဲ

- Enzyme = biological catalyst
- အစားအစာအတွင်း naturally ပါရှိတယ် (fruit, vegetable, meat အားလုံးမှာရှိတယ်)
- သူတို့က reaction တွေကို accelerate လုပ်တယ်  
ဥပမာ reaction တွေ—
- Ripening (အသီးမှည့်ခြင်း)
- Browning (အနက်ရောင်ပြောင်းခြင်း)
- Softening (နှူးညံ့လာခြင်း)
- Flavor change

### Food preservation မှာ ဘာကြောင့် အရေးကြီးလဲ

#### 1. Spoilage မဟုတ်ပဲ Quality ပျက်စီးစေတယ်

Enzyme activity က—

- အရောင်ပြောင်း
- အနံ့ပြောင်း
- texture ပျက်

Microorganism မပါဘဲတောင် အစားအစာ quality ကျနိုင်တယ်

## 2. Fruit & Vegetable တွင် အထူးအရေးကြီး

### Example:

- Banana → overripe (enzyme activity)
- Apple → cut လုပ်ရင် အနက်ရောင်ပြောင်း (enzymatic browning)
- Vegetable → soft ဖြစ်လာ

အဓိက enzyme = **Polyphenol oxidase (PPO)**

## 3. Meat & Fish တွင်

•Protease enzyme → protein breakdown

•Result:

- Tenderization (ကောင်းတဲ့အချက်)
- Spoilage (မကောင်းတဲ့အချက်)

### Enzyme activity ကို ထိန်းချုပ်ရမည့် အကြောင်း

Enzyme activity မထိန်းရင်—

- Shelf life လျော့
- Nutrition loss ဖြစ်
- Market quality ကျ

### Enzyme activity ကို သက်ရောက်စေသော factors

#### 1. Temperature

- High temp → enzyme denature (inactive)
- Low temp → activity slow
- Refrigeration → slow
- Cooking/Blanching → stop

#### 2. pH

- Each enzyme has optimum pH
- Acidic condition → activity လျော့

**Direct Sun Light  
To Foods**

နေရောင်ခြည် (sunlight) ကို အစားအသောက်များ—  
သစ်သီးဝလံ၊ သားငါး၊ ဟင်းသီးဟင်းရွက်—ပေါ်မှာ  
တိုက်ရိုက်ထိတွေ့ရောက်လာတဲ့အခါ အဓိကအားဖြင့်  
**အပူ (Heat) နဲ့ UV radiation** ကြောင့်  
အောက်ပါပျက်စီးမှုများ ဖြစ်နိုင်ပါတယ်—

### 1. Nutrient (အာဟာရ) ပျက်စီးခြင်း

- Vitamin များ—အထူးသဖြင့် Vitamin C, Vitamin A, Vitamin B တို့ဟာ အလင်းနဲ့ အပူကြောင့် လျင်မြန်စွာ ကျဆင်းတတ်ပါတယ်
- ဥပမာ—ဟင်းသီးဟင်းရွက်တွေကို နေရောင်အောက်ထားရင် Vitamin C လျော့နည်းသွားတတ်သည်

### 2. Protein & Fat Degradation (သားငါးတွင် အထူးဖြစ်)

- သားငါးထဲက protein တွေ denature ဖြစ်နိုင်
- Fat (အဆီ) တွေ oxidize ဖြစ်ပြီး rancidity (အနံ့ဆိုး၊ အရသာပျက်) ဖြစ်လာနိုင်

### 3. Moisture Loss (ရေဓာတ် လျော့နည်းခြင်း)

- နေရောင်အပူကြောင့် ရေဓာတ်ပျောက်ပြီး
- သစ်သီး၊ ဟင်းသီးဟင်းရွက်တွေ ပျော့သွား၊ ခြောက်သွား၊ shrink ဖြစ်တတ်

#### 4. Color Change (အရောင်ပြောင်းခြင်း)

- Chlorophyll, carotenoids စတဲ့ pigment တွေ ပျက်စီးပြီး
- အစိမ်းရောင်ဟင်းရွက်တွေ ဝါသွား၊ မည်းသွားနိုင်
- အသီးအနှံတွေ fade ဖြစ်သွားတတ်

#### 5. Microbial Growth (ဘက်တီးရီးယား ပိုမိုတိုးပွားခြင်း)

- နေရောင်ကြောင့် temperature တက်လာတာကြောင့်
- bacteria, mold, yeast တွေ ပိုမိုတိုးပွားနိုင်
- သားငါးတွေ အလွန်လျင်မြန်စွာ ပုပ်သွားနိုင်

#### 6. Texture Damage (အရသာ၊အရည်အသွေး ပျက်စီးခြင်း)

- အသီးအနှံတွေ mushy ဖြစ်သွား
- ဟင်းသီးဟင်းရွက်တွေ crisp မရှိတော့ဘဲ ပျော့သွား

#### 7. Enzymatic Reaction မြန်ဆန်ခြင်း

- Enzyme activity တက်လာပြီး ripening သို့မဟုတ် spoilage မြန်လာတတ်
- ဥပမာ—banana, tomato တွေ အလွန်မြန်မြန်ပင်ပွင့်/ပုပ်

#### 8. Surface Drying & Skin Damage

- အပေါ်ယံအလွှာ ခြောက်ပြီး cracks ဖြစ်နိုင်
- အဲဒီကနေ microorganisms ဝင်ရောက်လွယ်တယ်

Using Chemical

And

Danger for health Risk



### 1. Calcium Carbide (CaC<sub>2</sub>)

- သစ်သီးကို အမြန်မှည့်အောင် သုံးတယ်
  - Acetylene gas ထွက် → Ethylene လို အလုပ်လုပ် ပြုသနာ
  - Arsenic, Phosphorus impurity ပါနိုင်
  - Headache, dizziness, vomiting ဖြစ်နိုင်
  - Long-term cancer risk
- စားသုံးသူအတွက် အန္တရာယ်ရှိ**

### 2. Formalin (Formaldehyde Solution)

- ပုတ်သိုးမဖြစ်အောင် သုံးတတ်ကြတယ် ပြုသနာ
- Toxic (အသက်ရှူ၍ အလမ်းကြောင်းထိခိုက်)
- Carcinogenic (Cancer ဖြစ်နိုင်)

### အလွန်အန္တရာယ်ရှိ (လုံးဝမသုံးသင့်)

### 3. Fungicide / Preservative Overuse

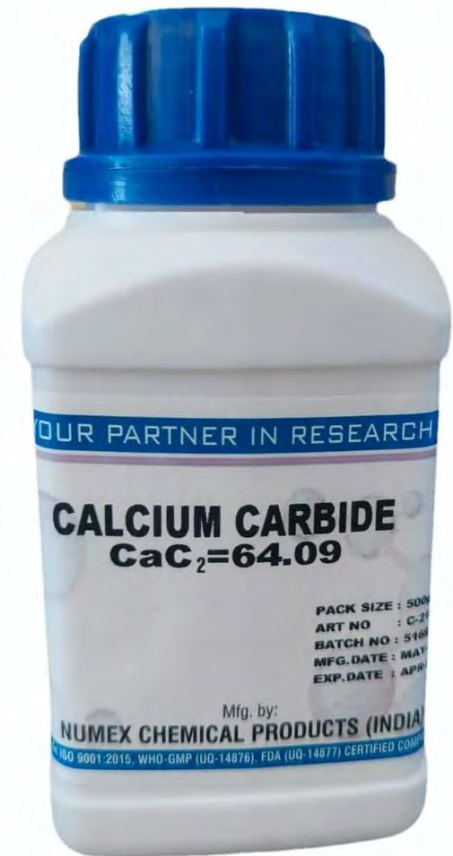
- Carbendazim
  - Thiabendazole
- Residue မကျန်ဘူးဆိုရင် OK

**Overuse → Liver, kidney damage risk**

သင်ကိုယ်တိုင် ဘယ်လို ခွဲခြားမလဲ?

သဘာဝမှည့်တဲ့ သစ်သီး

- အရောင် မညီဘူး (natural variation)
- အနံ့ရှိတယ်



# Formaldehyde found in food at 10 restaurants after 25 tonnes of meat seized

THURSDAY, DECEMBER 08, 2022



# မိုထိန်းဆေးအကြောင်း

1. ကာလစီယမ်ပရိုပီနိတ် (Calcium Propionate)

အသုံးဝင်မှု:

မိန့်ဘက်တီးရီးယားများပေါက်ဖွားခြင်းကိုတားဆီးရန်။

ပေါင်မုန့်နှင့်ကိတ်မုန့်များ၏သက်တမ်းကိုတိုးမြှင့်ပေးသည်  
သက်သာချက်:

အစာအိမ်နှင့်ကျန်းမာရေးအပေါ်မည်သည့်ဆိုးကျိုးမှမရှိ။

2. ဆိုရဘိတ်အက်ဆစ်နှင့်ဆိုရဘိတ်ဆား (Sorbic Acid & Sorbate)

အသုံးဝင်မှု:

မိုတိုးကျွမ်းမိန့်ဘက်တီးရီးယားပေါက်ဖွားမှုကိုထိရောက်စွာတားဆီး  
ရန်။

ပေါင်မုန့်၏အနံ့အရသာကိုမထိခိုက်စေဘဲသက်တမ်းတိုးစေနိုင်သည်။

ထူးခြားချက်:

အပူချိန်နိမ့်/မြင့်ပတ်ဝန်းကျင်တိုင်းတွင်ထိရောက်သည်

### 3. အက်ဆစ်စစ်စနစ်များ

လက်တွေ့အသုံးပြုမှု:

မုန့်သားတွင် ပီဟက် (pH) ကိုကျဆင်းစေခြင်းဖြင့်မိုပေါက်ဖွားမှုကိုတားဆီးသည်။

ဥပမာများ:

သဘာဝဓါတုများဖြစ်သော ဗီနီဂါ (vinegar), ဆိုင်ထရစ်အက်ဆစ် (citric acid) စသည်တို့။

### 4. နက်ထရာမိုင်စင် (Natamycin)

အသုံးဝင်မှု:

ပေါင်မုန့်နှင့်ကိတ်မုန့်များပြင်အပေါ် မိုပေါက်ဖွားမှုကိုတားဆီးရန်၊

သဘာဝမှထုတ်လုပ်သော နက်ထရာ (Natamycin)

သည်ဓာတ်မတည့်မှုနည်းသောအရာတစ်ခုဖြစ်သည်။

ကျန်းမာရေးအပေါ်သက်ရောက်မှု:

လူအစာအိမ်တွင်အလွန်လုံခြုံသည်။



မိုထိန်းဆေးများ၏သုံးနှုန်းမှုနှင့်ပမာဏကို အစားအစာလုံခြုံရေးစည်းမျဉ်းများ (Food Safety Regulations) လိုက်နာရန်လိုအပ်သည်။

သင့်တော်သောဓာတ်ပမာဏသာအသုံးပြုသင့်သည်။

အအေးသိုလှောင်မှု (Cold Storage) ကိုလည်းပြုလုပ်နိုင်သည်။အသိပေးချက်.

မိုထိန်းဆေးများ၏ပမာဏကိုမတည့်ပြီး

အစားအသောက်အရည်အသွေးထိန်းသိမ်းရေးကော်မရှင် (e.g., FDA)

စည်းမျဉ်းများအတိုင်းအသုံးပြုသင့်ပါသည်။

Sorbic acid နှင့် calcium propionate တို့သည် အများအားဖြင့် ပေါင်မုန့်ကြာရှည်ခံပစ္စည်းများဖြစ်ပြီး ၎င်းတို့သည် တိကျသော သတ်မှတ်ချက်ရှိသည် (ဥပမာ၊ 0.1% မှ 0.3%) အတွင်း ထိရောက်မှုရှိပါသည်။ ထိထက်ပိုထည်ပါကလည်း တာရှည်ခံဆေးသည် အပိုအကျိုးကျေးဇူးများကို ပေးစွမ်းနိုင်မည်မဟုတ်ပေ။

### အကောင်းဆုံးဥပမာမှာ

pH 7 သည် ကြားနေ့ဖြစ်ပြီး သောက်ရေအတွက် သင့်လျော်သည်။ pH 8 သည် အယ်ကာလိင်းဖြစ်သွားပြီး ရေကို ပိုမိုသန့်ရှင်းခြင်း မဖြစ်စေပါ။ အလားတူ၊ ကြာရှည်ခံဆေးသည် သတ်မှတ်ချက်သို့ရောက်ရှိသည်နှင့်အမျှ ထပ်ထည့်ခြင်းသည် မန်ကိုပိုမိုထိန်းသိမ်းထားခြင်းမရှိစေပါ။ ထိရောက်သောထိန်းသိမ်းမှုသည် ဓာတုပစ္စည်းများကို များများထည့်ရုံမျှမဟုတ်ဘဲ မျှတမှုနှင့် အကောင်းဆုံးအသုံးပြုမှုတို့နှင့်ပတ်သက်သည်။ မန်ထဲရှိ တာရှည်ခံပစ္စည်းပမာဏကို တိုးမြှင့်ခြင်းသည် ၎င်း၏ သက်တမ်းကို မရှည်ပါ။

**Cooling , Chilling, and Frozen**

# Pre-cooling

- Prompt cooling conserves weight which gives an added advantage during the extended period of storage.
- Vegetables such as okra which deteriorate fast need prompt cooling and their storage losses can be reduced by pre-cooling.
- Cooling is equally useful in case of fruits. It reduces their respiration rate especially, climatic fruits such as banana, papaya and mango, thereby preventing over-ripening.



## Pre-cooling temperature

- Generally, horticultural produce are cooled to their storage temperature i.e.,
- For example, grapes are cooled to **1-4°C**, potato to **5-9°C**, and (Do not wash with water).
- Mango, tomato & banana to be cooled to **> 10 °C**.
- All fruits and vegetables are mostly cooled by room cooling and or mechanical refrigeration.



### PRE-COOLING TEMPERATURE



Refrigeration Work (အအေးပေးစနစ်) တွင် **Chilling, Cooling, Freezing, Frozen** ဆိုတဲ့ အသုံးအနှုန်းတွေဟာ အလွန်အရေးကြီးပြီး - အစားအစာ၊ ဆေးဝါး၊ Clean Room HVAC စနစ်တွေမှာလည်း မတူညီတဲ့ temperature range နဲ့ control method တွေရှိပါတယ်။ အောက်မှာ **အဓိပ္ပါယ် + အသုံးပြုနေရာ + Temperature Range** ကို engineering level နဲ့ရှင်းပြထားပါတယ်-

### 1. **Cooling (အပူလျော့ချခြင်း)**

#### **အဓိပ္ပါယ်**

- Ambient temperature ထက် **အပူချိန် လျော့ချခြင်း**
- သို့သော် **0°C** အထက်မှာရှိနေတတ်သည်

#### **Temperature Range**

- **+15°C → +30°C (Typical comfort cooling)**
- HVAC system တွေမှာ → **+20°C → +25°C**

#### **အသုံးပြုနေရာ**

- Office, Building HVAC
- Clean Room (Non-critical zones)
- Data Center pre-cooling

#### **Note**

- လူနေအဆင်ပြေမှု (Comfort) ကို အဓိကထားသည်
- Food preservation မဟုတ်

Chilling



## 2. Chilling (အအေးထိန်းခြင်း)

### အဓိပ္ပါယ်

- Product temperature ကို **0°C အနီး** သို့မဟုတ် အနည်းငယ်အထက်တွင် ထိန်းထားခြင်း
- Freezing မဖြစ်သေး

### Temperature Range

- **0°C → +5°C (Typical)**
- Pharma: **+2°C → +8°C (Critical storage)**

### အသုံးပြုနေရာ

- Fresh food storage (meat, vegetables)
- Beverage industry
- Pharmaceutical cold chain

### System

- Chiller plant
- Cold room

### Key Point

- Bacteria growth ကို slow down လုပ်နိုင်သည်
- Ice crystal မဖြစ်

### 3. Freezing (အေးခဲခြင်း Process)

#### အဓိပ္ပါယ်

- Product ကို liquid  $\rightarrow$  solid (ice) အဖြစ် ပြောင်းစေသော process
- Water content ကို freeze လုပ်ခြင်း

#### Temperature Range

- $0^{\circ}\text{C} \rightarrow -18^{\circ}\text{C}$  or lower
- Quick freezing:  $-30^{\circ}\text{C} \rightarrow -40^{\circ}\text{C}$

#### အသုံးပြုနေရာ

- Food processing (meat, fish)
- Ice cream production
- IQF (Individual Quick Freezing)

#### Types

- Slow freezing  $\rightarrow$  Ice crystals ကြီး
- Fast freezing  $\rightarrow$  Quality ကောင်း (cell damage နည်း)

#### Engineering Note

- Heat removal rate (kW) အရေးကြီး
- Blast freezer / plate freezer အသုံးများ

# Frozen (အေးခဲထားပြီး state)

- Product already frozen state
- Storage condition
- Temperature Range**
- $\leq -18^{\circ}\text{C}$  (Standard storage)
- Deep frozen  $\rightarrow -25^{\circ}\text{C} \rightarrow -40^{\circ}\text{C}$
- အသုံးပြုနေရာ**
- Frozen food warehouse
- Cold chain logistics
- Supermarket freezer
- Key Point**
- Microbial activity almost stop
- Long-term preservation

## Summary (Concept Clear)

**Cooling = Comfort / General temperature reduction**

**Chilling = Cold but not frozen**

**Freezing = Process of making frozen**

**Frozen = Already frozen condition**

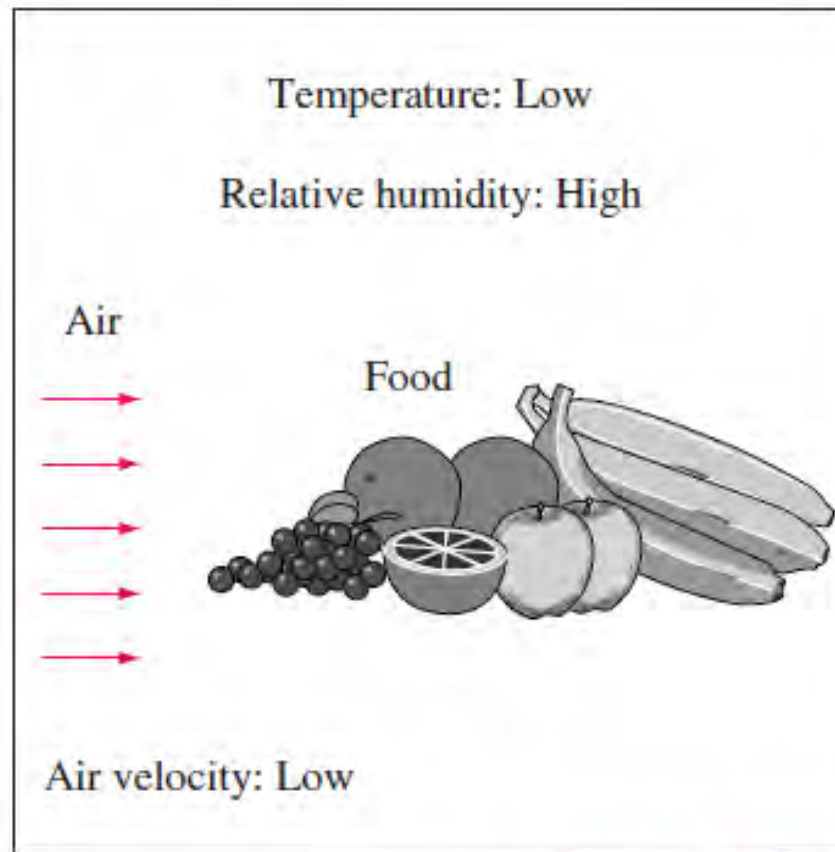
## Liquid Nitrogen quick freezing for sea food



Item of storage	Storage temp. (°C)	Relative humidity (%)	Storage period (month/week/day)	Water content (%)	Mean freezing point (°C)	Specific heat (kcal/kg°C)		Latent heat (kcal/kg)	Volumetric weight for storage (kg/m <sup>3</sup> )
						Above FP	Below FP		
<b>Fruits &amp; Vegetables</b>									
Apples	-1.1 ~ 2.2	85 ~ 88	4 m	84.1	-2.0	0.87	0.45	67	180
Oranges	1.1 ~ 10					0.92			
Potatoes	3.3 ~ 10	85 ~ 88	2 m	77.8	-1.7	0.82	0.43	61	
Onions	0	70 ~ 75	6 ~ 8 m	87.5	-1.0	0.90	0.45	68	261
Rice	10 ~ 15	70 ~ 80	6 m	10.0	-1.1	0.25			
Flour	5 ~ 6								
<b>Livestock Products</b>									
Beef (fresh)	0 ~ 1.1	88 ~ 92	1 ~ 6 w	62 ~ 77	-2.2 ~ -1.7	0.70 ~ 0.84	0.38 ~ 0.43	49 ~ 61	185
Beef (frozen)	-23 ~ -18	90 ~ 95	9 ~ 12 m						
Pork (fresh)	0 ~ 1.1	85 ~ 90	3 ~ 7 d	35 ~ 42	-2.2 ~ -1.7	0.48 ~ 0.54	0.30 ~ 0.32	28 ~ 33	
Pork (frozen)	-23 ~ -18	90 ~ 95	4 ~ 8 m						
Poultry (fresh)	0	80	1 w	73	-1.7	0.79		59	
Poultry (frozen)	-29	90 ~ 95	3 m						
Ham (fresh)	0 ~ 1.1	85 ~ 90	7 ~ 12 d	47 ~ 54	-2.2 ~ -1.7	0.58 ~ 0.65	0.34 ~ 0.36	37 ~ 42	
Ham (frozen)	-23 ~ -18	90 ~ 95	6 ~ 8 m						
Butter	-10	80	6 m	12	-2.2	0.33	0.25	13	
Cheese	1.1	65 ~ 70	3 m	37 ~ 38	-2.2	0.50	0.31	30	
Eggs (with shell)	-1.7 ~ 0.5	85 ~ 90	9 m	67	-2.2	0.74	0.40	53	174
Eggs (frozen)	-29			73	-2.2			55	
<b>Marine Products</b>									
Fresh fish	0.5 ~ 5	90 ~ 95	5 ~ 20 d	80	-1.1	0.82	0.41	58	375
Frozen fish	-18 ~ -23	90 ~ 95	8 ~ 10 m						500
Smoked fish	5 ~ 10	50 ~ 60	6 ~ 8 m						
Dry fish	-1.1 ~ -5	60 ~ 70				0.56	0.34	35	
<b>Others</b>									
Japanese sake & wine	5 ~ 7.5					0.90			
Beer	2.2 ~ 7.2	90	6 m		-2.2	0.90			
Syrup	7.2	80	6 w	36	-2.2	0.64			

# PRODUCT WEIGHT LOST

---



**FIGURE 17-7**

The proper environment for food storage  
to minimize moisture loss.

# Product Weight Lost

- Weight lost in storage and freezing
- Chilling injury
- Freezing injury
- Ammonia injury
- C.A. injury

အစားအသောက်တွေ (အထူးသဖြင့် သစ်သီး၊ ဟင်းသီးဟင်းရွက်၊ သားငါး) ကို အအေးသိုလှောင်ရာမှာ တွေ့ရတဲ့ **quality defects / storage injuries** အရေးကြီး ၅ မျိုး

**1. Product Weight Loss (အလေးချိန်လျော့ခြင်း) အကြောင်း**

- Water loss (evaporation / transpiration)
- Cold storage အတွင်း humidity နည်းလျှင် ပိုဖြစ်
- အသီးများ စိုပြေမှု လျော့
- Shrinkage (လျော့သွားခြင်း)
- Wilting (နွမ်းခြင်း)

**ကာကွယ်နည်း**

- High Relative Humidity (85–95%)
- Proper packaging (plastic wrap, film)
- Air velocity များလွန်းမဖြစ်စေရ

**2. Freezing Injury (အအေးခဲထိခိုက်မှု)အကြောင်း**

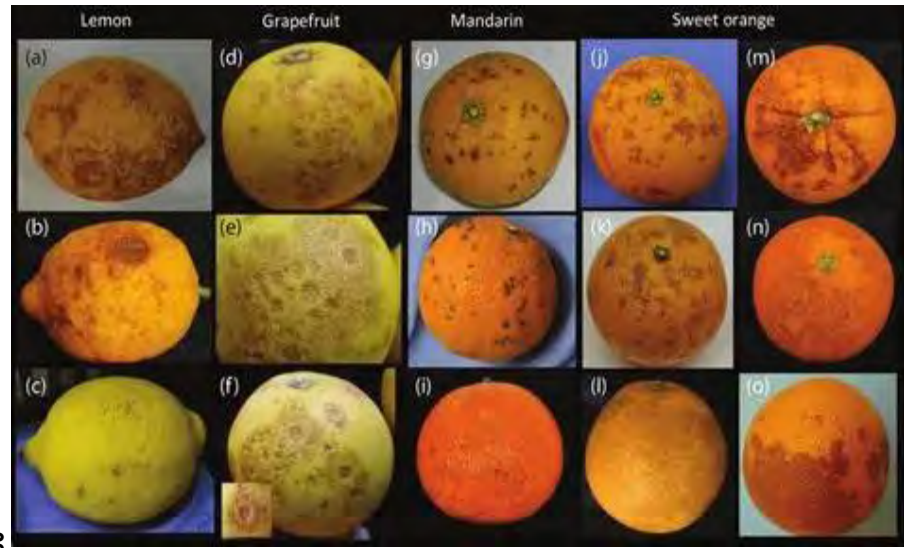
- Temperature 0°C အောက် → Ice crystal formation
- Cell structure ပျက်စီး

**ဖြစ်ပုံ**

- Texture mushy (နူးညံ့လွန်)
- Drip loss (water leak after thawing)
- Flavor degrade

**ကာကွယ်နည်း**

- Rapid freezing (IQF, blast freezer)
- Proper storage (-18°C အောက်)
- Re-freezing မလုပ်ရန်



## Percentage of Weight (Moisture) Loss from Fruits and Vegetable that Afects Produce Quality after Harvest

<b>Product</b>	<b>Weight Loss (%)</b>
Beans (broad, runner, snap)	6.0, 5.0, 41.0
Broccoli	4.0
Cabbage	8.0
Carrots (mature, young)	8.0, 4.0
Celery	10.0
Cucumbers	5
Lettuce	3.7
Onions	10.0
Potatoes	7.0
Spinach	3.0
Sweet Corn	7.0
Tomatoes	7.0

**Hygiene**

# Food processing



Cool Storage နှင့် Food Processing Plant များတွင် **Hygiene (သန့်ရှင်းမှုနှင့် ကျန်းမာရေးဆိုင်ရာ ထိန်းချုပ်မှု)** သည် အလွန်အရေးကြီးသော အချက်ဖြစ်ပါသည်။ အထူးသဖြင့် သစ်သီးဝလံ၊ အသားငါး၊ နို့ထွက်ပစ္စည်း၊ Frozen Food၊ Ready-to-Eat Food များတွင် Hygiene မကောင်းပါက—

- Bacteria / Mold / Yeast ပိုးများပွားနိုင်ခြင်း
  - Food Poisoning ဖြစ်နိုင်ခြင်း
  - Shelf Life လျော့နည်းခြင်း
  - Export Standard မမီခြင်း
  - HACCP / GMP / ISO22000 Certification မရနိုင်ခြင်း
  - Consumer Health ထိခိုက်နိုင်ခြင်း
- တို့ ဖြစ်ပေါ်နိုင်ပါသည်။

**Cool Storage နှင့် Food Plant များတွင် Hygiene အရေးပါသော အကြောင်းရင်းများ**

### 1. Food Safety အတွက် အရေးကြီးခြင်း

အစားအသောက်သည် Microorganism များ အလွယ်တကူ ကြီးထွားနိုင်သော medium ဖြစ်သည်။

- Salmonella
- E.coli
- Listeria
- Staphylococcus
- Mold & Fungi

တို့သည် Temperature, Moisture, Dirt များရှိပါက မြန်စွာပွားနိုင်သည်။

Cold Room ထဲတွင် Temperature ကောင်းစွာ ထိန်းထားသော်လည်း Hygiene မကောင်းပါက Food Spoilage ဖြစ်နေဆဲ ဖြစ်နိုင်သည်။

## 2. Cross Contamination ကာကွယ်ရန်

Food Plant တွင်

- Raw Material
- Cooked Product
- Packaging Area
- Waste Area

တို့ မခွဲထားပါက ပိုးများကူးစက်နိုင်သည်။

ဥပမာ—

Raw Chicken မှ Salmonella သည် Ready-to-Eat Food သို့

ကူးသွားနိုင်သည်။

ထို့ကြောင့်—

Separate Room

Positive / Negative Pressure

Personnel Flow Control

Air Curtain

Pass Box

တို့ကို အသုံးပြုကြသည်။

## Product Shelf Life တိုးစေရန်

Hygiene ကောင်းပါက—

- Oxidation လျော့နည်း
  - Mold Growth လျော့
  - Enzyme Activity လျော့
  - Moisture Contamination လျော့
- သဖြင့် Shelf Life ပိုရှည်စေသည်။  
ဥပမာ—

Fresh Meat

Poor Hygiene → 3 days spoil

Good Hygiene + Proper Cooling → 10–20 days

## 4. International Export Standard အတွက်

Export Food Factory များတွင် အောက်ပါ Standard များလိုအပ်သည်—

- HACCP
- ISO 22000
- GMP
- FDA
- Codex Alimentarius

Hygiene မကောင်းပါက Export Reject ဖြစ်နိုင်သည်။

## 5. Refrigeration System Efficiency အတွက်

Evaporator Coil ပေါ်တွင်—

- Mold
- Slime
- Dust

# Food Plant Hygiene Components

## (A) Personnel Hygiene

ဝန်ထမ်းများသည် အဓိက contamination source

ဖြစ်နိုင်သည်။

လိုအပ်ချက်များ—

- Hand Wash Station
- Sanitizer
- Hair Net
- Face Mask
- Gloves
- Safety Boot
- Clean Uniform
- Nail Control
- Medical Checkup

## (B) Equipment Hygiene

Food Contact Surface များသည်—

- Stainless Steel SS304 / SS316
- Smooth Surface
- Easy to Clean
- Corrosion Resistant

ဖြစ်ရမည်။

Dead Corner များ မရှိရ။

### (C) Air Hygiene

Food Plant တွင် Airborne Contamination များလည်း အရေးကြီးသည်။  
အသုံးများသော System များ—

- HEPA Filter
- UV Sterilizer
- Positive Pressure Room
- Fresh Air AHU
- Dehumidification System

### (D) Water Hygiene

အသုံးပြုသော ရေသည်—

- Potable Water
- RO Water
- UV Treated Water
- Chlorinated Water

ဖြစ်ရမည်။

### (E) Temperature Hygiene

Danger Zone Temperature ကို ရှောင်ရသည်။

အစားအသောက်တွင် ပိုးများ မြန်စွာပွားသော Range သည်—

$$5^{\circ}C \leq T \leq 60^{\circ}C$$

ဖြစ်သည်။

- Chilled Food → 0 to 4°C
- Frozen Food → -18°C
- Blast Freezer → -35°C to -40°C

တို့ကို ထိန်းသိမ်းရသည်။

# **Emerging Refrigeration Technology**

# Emerging Refrigeration Technology ဆိုတာ ဘာလဲ?

Emerging Refrigeration Technology ဆိုတာက

ရေခဲအအေးပေးစနစ် (Refrigeration System) တွေထဲမှာ

အသစ်ထွက်ပေါ်လာတဲ့ နည်းပညာများ ကို

ဆိုလိုပါတယ်။

အဓိကရည်ရွယ်ချက်ကတော့ -

- Environment-friendly ဖြစ်စေခြင်း (Low GWP / Zero ODP)
- Energy efficiency မြှင့်တင်ခြင်း
- လျှပ်စစ်စားသုံးမှု လျော့ချခြင်း
- စနစ်တည်ငြိမ်မှုနှင့် လုံခြုံမှု တိုးတက်စေခြင်း
- Cold chain quality ပိုကောင်းစေခြင်း

အရေးကြီးသော Emerging Technologies များ

## 1) Natural Refrigerants (သဘာဝ Refrigerants)

ဥပမာ -

- Carbon Dioxide
- Ammonia
- Propane

## အကျိုးကျေးဇူးများ

- ODP = 0
- GWP နိမ့်
- Environment-friendly
- Energy efficiency ကောင်း

### 2) CO<sub>2</sub> Trans critical System

- Supermarket, Cold storage တွင် အသုံးများ
- High pressure system
- Climate-friendly
- Europe မှာ အထူးအသုံးများ

### 3) Variable Speed Technology (Inverter / VFD)

- Compressor speed ကို လိုအပ်သလို ပြောင်းနိုင်သည်
- Energy saving အလွန်ကောင်း
- Partial load တွင် အထူးသင့်တော်

### 4) Magnetic Bearing Compressor

- Oil-free system
- Friction နည်း
- Efficiency မြင့်
- Maintenance လျော့နည်း

### 5) Advanced Thermal Storage

- Ice storage system
- Phase Change Materials (PCM)
- Off-peak electricity အသုံးပြုနိုင်



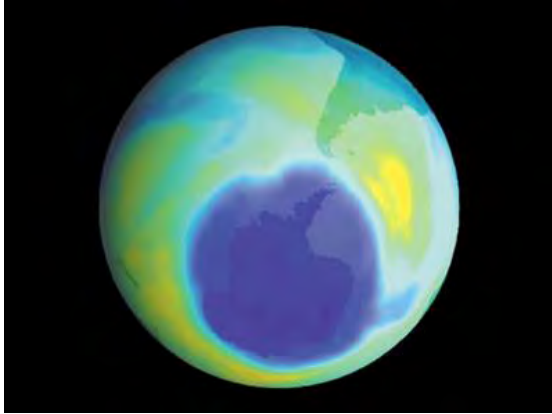
**Refrigerant  
Can Reduce and Control  
Ozone Layer Depletion  
and  
Global Warming Potential**

### What is Ozone(O3)

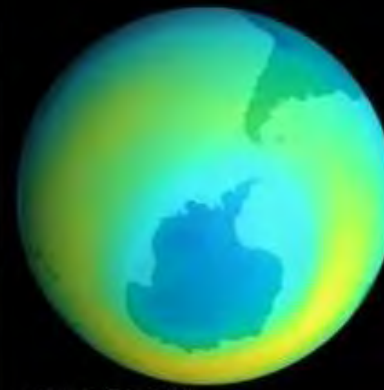
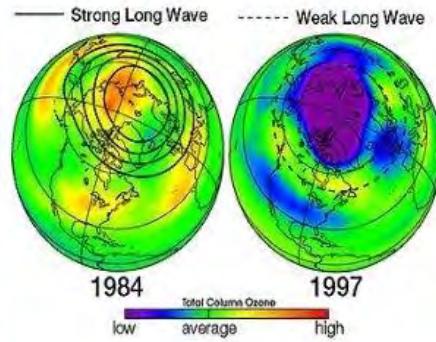
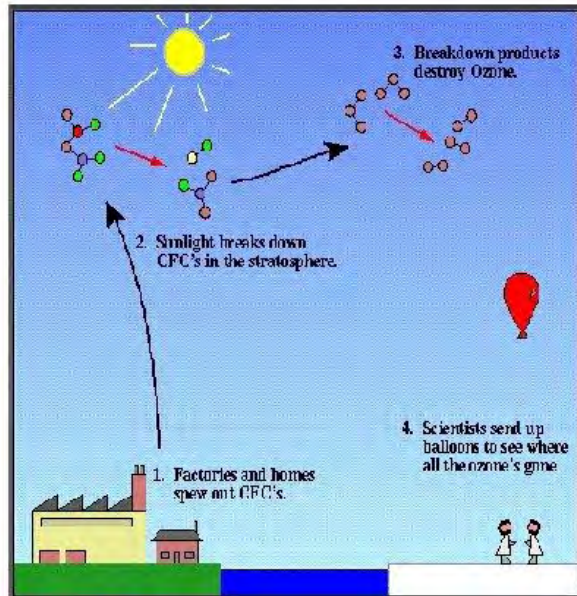
Ozone အလွှာသည် နေမှ ကျွန်ုပ်တို့ ကမ္ဘာပေါ်သို့ ကျရောက်လာသော အလွန်အန္တရာယ်ကြီးမားသည့် Ultra Violet Rays များမှ ကာကွယ်ပေးသော ကမ္ဘာလေထု အလွှာပါးတစ်ခုဖြစ်ပါသည်။ ozone လွှာပျက်စီးပါက အရေပြားကင်ဆာများ၊ မျက်စိအတွင်းတိမ်များဖြစ်ပေါ်နိုင်ခြင်း နှင့် ကိုယ်ခံစွမ်းအားများ အားနည်းလာနိုင်ခြင်းစသော ဆိုးကျိုးများ ဖြစ်ပေါ်လာနိုင် ပါသည်။

### Ozone depletion potential (ODP)

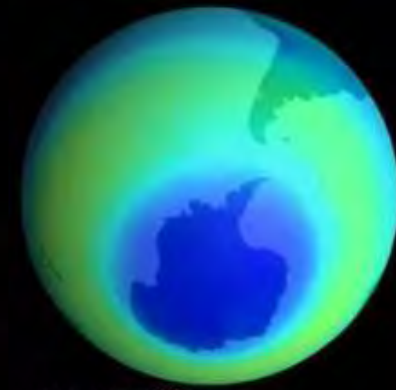
ODP ဆိုသည်မှာ chemical substance ကြောင့် stratospheric အိုဇွန်းကို ပျက်စီးစေသည့် ပမာဏကိုညွှန်းဆိုသည့် ကိန်းဂဏန်းတစ်ခုဖြစ်သည်။ ODP သည် chemical တစ်ခု၏ အိုဇွန်းအပေါက်သက်ရောက်မှုသည် ပမာဏကို mass အတူတူရှိသည့် CFC အမျိုးအစား (သို့) HCFC အမျိုးအစားတို့၏ အိုဇွန်းအပေါက် သက်ရောက်မှုသည်ပမာဏနှင့် စား၍ရသည့် အချိုးဖြစ်သည်။ HFC Refrigerant အမျိုးအစားတွင်ပါဝင်သော refrigerant များသည် chlorine atom များ မပါဝင်သောကြောင့် (ODP-zero) ဖြစ်ပါသည်။ ဆိုလိုသည်မှာ HFC အုပ်စုတွင်ပါဝင်သော refrigerant များသည် ozone လွှာ မပျက်စီးနိုင်ပါ။



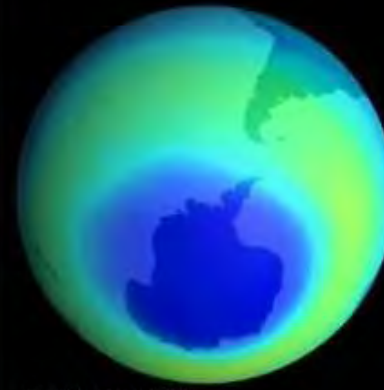
# Ozone Depletion



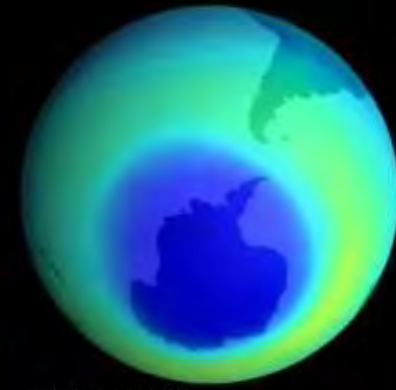
September 1981



September 1987



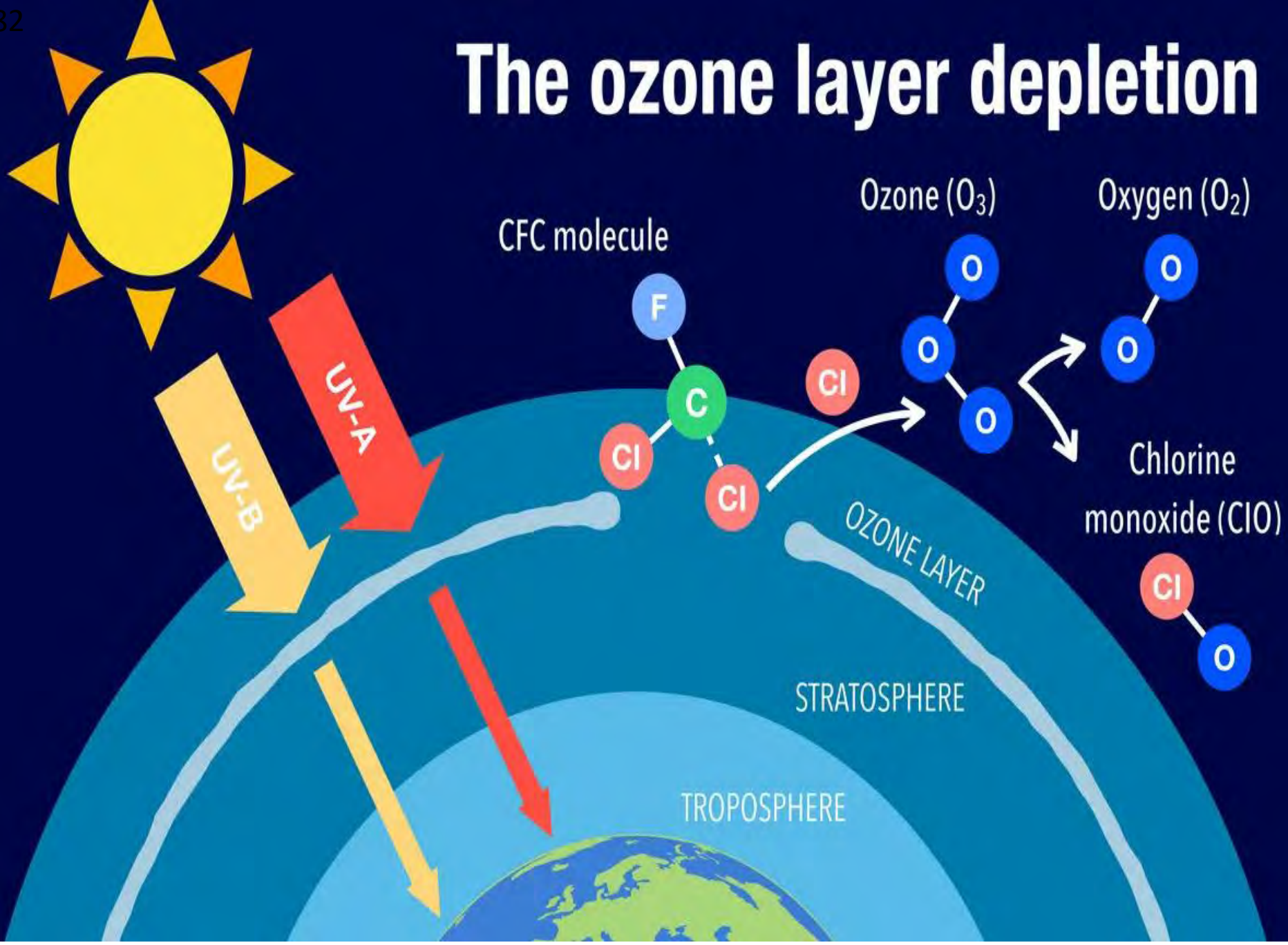
September 1993



September 1999



# The ozone layer depletion



# Background

Ozone layer had been damaged by Chlorine base refrigerant, CFC & HCFC



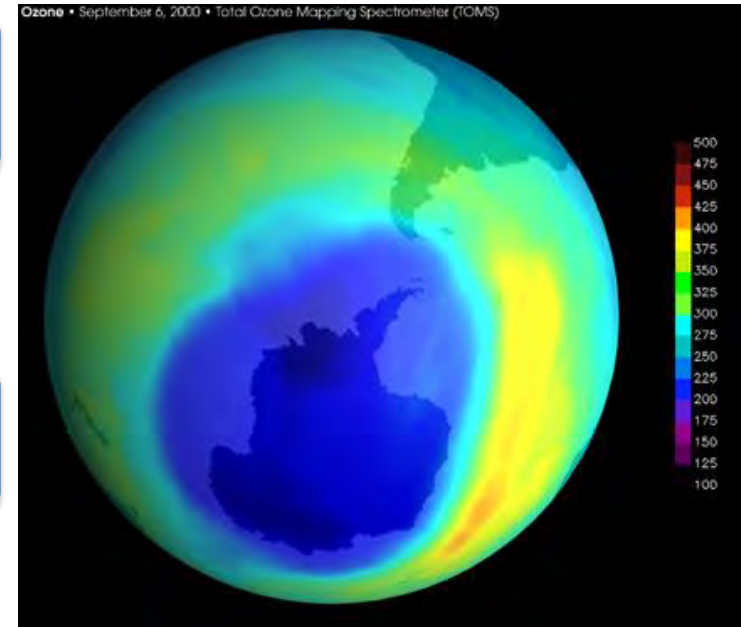
Chlorine free alternative refrigerant (HFC) was introduced



Expansion of Ozone hole has stopped



Global warming has been highlighted as the critical environmental issue



- အအေးခံပစ္စည်း (Refrigerant) များကို အခြေခံအားဖြင့် နှစ်မျိုး ခွဲခြားနိုင်ပါသည်။
- ၎င်းတို့မှာ —
- **သဘာဝအအေးခံပစ္စည်း (Natural Refrigerants)**
- **လူလုပ်အအေးခံပစ္စည်း (Synthetic Refrigerants)**
- 1. သဘာဝအအေးခံပစ္စည်း (Natural Refrigerants)
- သဘာဝပတ်ဝန်းကျင်တွင် ရှိပြီးသော ဒြပ်ပေါင်းများကို အသုံးပြုထားသည်။
- ဥပမာများ:
  - အမိုးနီးယား (Ammonia, R-717)
  - ကာဗွန်ဒိုင်အောက်ဆိုဒ် ( $\text{CO}_2$ , R-744)
  - ဟိုက်ဒရိုကာဗွန်များ (Hydrocarbons)
    - ပရိုပိန်း (Propane, R-290)
    - အိုင်ဆိုဘူတိန်း (Isobutane, R-600a)

# ODS (Ozone Depletion Substances)

**ODS (Ozone-Depleting Substances) ဆိုသည်မှာ**

အိုဇုန်းလွှာကို ပျက်စီးစေသော ဓာတုပစ္စည်းများကို ရည်ညွှန်းပြီး၊ ဤဓာတ်ငွေ့များသည် လေထုအထက်လွှာ (စကြာတိုစဗီးယား) သို့ ရောက်ရှိပါက အိုဇုန်းမော်လီကျူးများကို ဖျက်သိမ်းကာ အိုဇုန်းလွှာပါးလွှာစေသည်။ ၎င်းတို့တွင် ကလိုရင်း (Cl) နှင့် ဘရိုမင်း (Br) အက်တမ်များ ပါဝင်ပြီး၊ ဤဒြပ်စင်များသည် အိုဇုန်းကို ဓာတ်ပြုဖျက်သိမ်းနိုင်သော သဘာဝရှိသည်။

ODS အမျိုးအစားများနှင့် ပါဝင်သော ဓာတ်ငွေ့များ  
CFCs (Chlorofluorocarbons)

ဥပမာ: CFC-11 (Trichlorofluoromethane), CFC-12 (Dichlorodifluoromethane)

အသုံးပြုမှု: ရီဖရိဂျရေတာ၊ အအေးပေးစနစ်၊ အေရိုဆော်လ်များ၊ ဖော့ထုတ်လုပ်ရာတွင် အသုံးပြုခဲ့သည်။

အိုဇုန်းလွှာကို ထိခိုက်မှု: ကလိုရင်းအက်တမ်များ ထုတ်လွှတ်ကာ အိုဇုန်းလွှာကို အပြင်းထန်ဆုံး ပျက်စီးစေသည်။

HCFCs (Hydrochlorofluorocarbons)

ဥပမာ: HCFC-22 (Chlorodifluoromethane)

အသုံးပြုမှု: CFCs ကို အစားထိုးသည့် ယာယီပစ္စည်းအဖြစ် အအေးစနစ်များတွင် အသုံးပြုသည်။

အိုဇုန်းလွှာ ထိခိုက်မှု: CFCs ထက် အနည်းငယ်သက်သာသော်လည်း ကလိုရင်းပါသောကြောင့် အန္တရာယ်ရှိသည်။

**Halons**

ဥပမာ: Halon-1211 (Bromochlorodifluoromethane), Halon-1301 (Bromo trifluoromethane)

အသုံးပြုမှု: မီးသတ်စက်များတွင် အသုံးပြုသည်။

အိုဇုန်းလွှာ ထိခိုက်မှု: ဘရိုမင်းပါဝင်သောကြောင့် အိုဇုန်းကို CFCs ထက်ပင် အဆ ၁၀ ဆ ပိုမိုဖျက်သိမ်းနိုင်သည်။

### Carbon Tetrachloride (CCl<sub>4</sub>)

အသုံးပြုမှု: စက်မှုလုပ်ငန်းများတွင် သန့်စင်ဆေးနှင့် ဓာတုပစ္စည်းထုတ်လုပ်ရာတွင် အသုံးပြုသည်။

အိုဇုန်းလွှာ ထိခိုက်မှု: ကလိုရင်းအများအပြား ထုတ်လွှတ်သည်။

### Methyl Bromide (CH<sub>3</sub>Br)

အသုံးပြုမှု: စိုက်ပျိုးရေးတွင် မြေဩဇာနှင့် ကောက်ပဲသီးနှံ သိုလှောင်ရာတွင် ပိုးသတ်ဆေးအဖြစ် အသုံးပြုသည်။

အိုဇုန်းလွှာ ထိခိုက်မှု: ဘရိုမင်းနှင့် ကလိုရင်းပါဝင်ပြီး အိုဇုန်းလွှာကို ပျက်စီးစေသည်။

### Methyl Chloroform (1,1,1-Trichloroethane)

အသုံးပြုမှု: စက်ပစ္စည်းများ သန့်စင်ရာတွင် အသုံးပြုသည်။

အိုဇုန်းလွှာ ထိခိုက်မှု: ကလိုရင်းထုတ်လွှတ်မှု အနည်းငယ်ရှိသည်။

အိုဇုန်းလွှာကို ပျက်စီးစေသော ကလိုရင်းဓာတ်ငွေ့များသည် အဓိကအားဖြင့် CFCs (ကလိုရိုဖလူရိုကာဗွန်) နှင့် HCFCs (ဟိုက်ဒရိုကလိုရိုဖလူရိုကာဗွန်) စသည့် ရီဖရီဂျရန်များ (Refrigerants) မှ လွတ်ထုတ်လိုက်သော ဓာတ်ငွေ့များဖြစ်ပါသည်။ ဤဓာတ်ငွေ့များကို လေအေးပေးစက်၊ အအေးခံစက်၊ နှင့် အခြားအအေးသယ်ယူသည့် စနစ်များတွင် အသုံးပြုလေ့ရှိပြီး၊ စနစ်များ ယိုစိမ့်ခြင်း (သို့) မှားယွင်းစွာ စွန့်ပစ်မိပါက လေထုထဲသို့ ရောက်ရှိကာ အိုဇုန်းလွှာကို ထိခိုက်စေပါသည်။

လေအေးပေးစက်/အအေးခံစက်များနှင့် ဆက်စပ်သော ဓာတ်ငွေ့များ CFCs (ဥပမာ R-12): ၁၉၉၀ မတိုင်မီက အအေးစနစ်များတွင် အသုံးများခဲ့ပြီး၊ လေထုထဲရောက်ပါက ကလိုရင်းအက်တမ်များ ထုတ်လွှတ်ကာ အိုဇုန်းလွှာကို ပျက်စီးစေသည်။

HCFCs (ဥပမာ R-22): CFCs ထက် အနည်းငယ် သက်သာသော်လည်း ကလိုရင်းပါသည့်အတွက် အိုဇုန်းလွှာကို ထိခိုက်နိုင်ဆဲဖြစ်သည်။ ယခုအခါ ပြေးပြေးချင်း ဖျက်သိမ်းလျက်ရှိသည်။

အစားထိုးပစ္စည်းများ (HFCs): HFCs (ဥပမာ R-134a) သည် ကလိုရင်းမပါသောကြောင့် အိုဇုန်းလွှာကို မထိခိုက်သော်လည်း ဖန်လုံအိမ်ဓာတ်ငွေ့အဖြစ် သက်ရောက်မှုရှိသည်။

Refrigeration နှင့် Cold Storage စနစ်တွေမှာ အခုခေတ် (modern HVAC/R industry) မှာ အရေးကြီးဆုံးပြောင်းလဲမှုက **environmental impact (ODP, GWP)** ကို လျော့ချဖို့ refrigerant များကို ပြောင်းလဲအသုံးပြုလာတာပါ။

## 1. Refrigerant Environmental Indicators

### ODP (Ozone Depletion Potential)

- Ozone layer ကို ဖျက်စီးနိုင်မှု အဆင့်
- Reference = R11 → ODP = 1

### • Target → ODP = 0

ODP ရှိတဲ့ refrigerant များ (CFC, HCFC) ကို phased-out လုပ်ပြီးပါပြီ

### GWP (Global Warming Potential)

- CO<sub>2</sub> ကို reference (GWP = 1)
- Refrigerant တစ်မျိုး atmosphere ထဲဝင်သွားရင် climate change ကို ဘယ်လောက်သက်ရောက်သလဲ

**Low GWP = Future trend**

## 2. Refrigerant Generations Overview

### (1) CFCs (Old – Banned)

ဥပမာ – R11, R12

- ODP = High
- GWP = Very High

Completely banned (Montreal Protocol)

## **(2) HCFCs (Transitional – Phasing out)**

ဥပမာ – R22

- ODP = Low (but not zero)
- GWP = High

Developing countries (including Myanmar) still phase-out timeline

## **(3) HFCs (Current but under reduction)**

ဥပမာ – R134a, R404A, R410A

- ODP = 0
- GWP = High

Controlled under  
Kigali Amendment

## **(4) HFOs (Next generation – Synthetic Low GWP)**

ဥပမာ – R1234yf, R1234ze

ODP = 0

GWP = Very Low

- Mildly flammable (A2L)

Automotive & commercial refrigeration တွေမှာ အသုံးများလာ

ကလိရင်းအရေးပါပုံ

**အခြားသော ကလိုရင်းဓာတ်ငွေ့ ထုတ်လွှတ်သည့် အရင်းအမြစ်များ ပိုးသတ်ဆေးနှင့် စိုက်ပျိုးရေးဆေးများ**

မီသိုင်းကလိုရိုဖောင်း (Methyl Chloroform) ကဲ့သို့ ဓာတုပစ္စည်းများကို စက်မှုလုပ်ငန်းများတွင် သန့်စင်ဆေးအဖြစ် အသုံးပြုခဲ့သည်။

**ဖော့များ ထုတ်လုပ်ခြင်း**

အိမ်သုံးပစ္စည်းများ၊ အာရုံခံပစ္စည်းများ ထုတ်လုပ်ရာတွင် CFCs ကို ဖော့ဖောင်းများ ပြုလုပ်ရန် အသုံးပြုခဲ့သည်။

**မီးသတ်ဆေးများ**

ဟယ်လွန် (Halons) ကဲ့သို့သော ဓာတ်ငွေ့များသည် ကလိုရင်းနှင့် ဘရိုမင်းပါဝင်ပြီး အိုဇုန်းလွှာကို ပျက်စီးစေနိုင်သည်။

**စက်မှုသန့်စင်ဆေးများ**

လျှပ်စစ်ပစ္စည်းများ (သို့) စက်ကိရိယာများကို သန့်စင်ရန် အသုံးပြုသော ကလိုရိုဖလူရိုကာဗွန် ပါသည့် ဆေးများ။

**CFCs (ကလိုရိုဖလူရိုကာဗွန်)**

**CFC-11 (Trichlorofluoromethane): လေထုထဲတွင် ပုံမှန် ၄၅ နှစ်မှ ၅၀ နှစ် အထိ တည်တံ့သည်။**

CFC-12 (Dichlorodifluoromethane): ပုံမှန် ၁၀၀ နှစ်ကျော် အထိ တာရှည်ခံသည်။

CFC-113 (Trichloro trifluoroethane): ပုံမှန် ၈၅ နှစ် ခန့် တည်တံ့သည်။

အကြောင်းရင်း : CFCs တွင် ကလိုရင်း (Cl)၊ ဖလူရိုရင် (F)၊ ကာဗွန် (C) တို့ ပါဝင်ပြီး၊ မော်လီကျူးများသည် အလွန်တည်ငြိမ်သဖြင့် လေထုအောက်ပိုင်း (ထရိုပိုစဖီးယား) တွင် နှစ်ပေါင်းများစွာ မပျက်စီးဘဲ ရှိနေနိုင်သည်။ နောက်ဆုံးတွင် စကြာတိုစဖီးယား အလွှာသို့ ရောက်မှသာ နေရောင်ခြည်မှ ခရမ်းလွန်ရောင်ခြည် (UV) နှင့် တွေ့ပြီး ကလိုရင်းအက်တမ်များ ထုတ်လွှတ်ကာ အိုဇုန်းလွှာကို ပျက်စီးစေသည်။

- HCFCs (ဟိုက်ဒရိုကလိုရိုဖလူရိုကာဗွန်)
- HCFC-22 (Chlorodifluoromethane): ပုံမှန် ၁၂ နှစ်မှ ၁၈ နှစ် အထိ တည်တံ့သည်။
- HCFC-141b: ပုံမှန် ၉ နှစ်ခန့် သာ ရှိသည်။
- ဘယ်လိုပျက်စီးသနည်း?
- CFCs နှင့် HCFCs များသည် လေထုအထက်လွှာ (စကြာတိုစဖီးယား) သို့ ရောက်သောအခါ ခရမ်းလွန်ရောင်ခြည် (UV) နှင့် တွေ့ပြီး ကလိုရင်းအက်တမ်များ ထုတ်လွှတ်သည်။ ထိုကလိုရင်းများသည် အိုဇုန်းမော်လီကျူး (O<sub>3</sub>) ကို ဓာတ်ပြုဖျက်သိမ်းကာ အိုဇုန်းလွှာကို ပါးလွှာစေသည်။

• UV A, UV B, and UV C တို့အနက် လူသားများကို အဓိက ဒုက္ခပေးသော အမျိုးအစားများနှင့် ၎င်းတို့၏ သက်ရောက်မှုများကို အောက်ပါအတိုင်း ခွဲခြားရှင်းပြပါမည်။

**1. UV C (100–280 nm)**

• အန္တရာယ်အဆင့်: အမြင့်ဆုံး (အလွန်တိုတောင်းသော လှိုင်းအလျားနှင့် စွမ်းအင်မြင့်)။

• လက်တွေ့သက်ရောက်မှု: ကမ္ဘာအနှံ့လွှာက UV C ကို လုံးဝစုပ်ယူထားသောကြောင့် မြေပြင်သို့ မရောက်ပါ။ ထို့ကြောင့် သဘာဝပတ်ဝန်းကျင်တွင် လူသားများအား UV C ကြောင့် ထိခိုက်မှု မရှိပါ။

• အသုံးချမှု: ပိုးသတ်ခြင်း (ဥပမာ- ဆေးရုံများတွင် သုံးသော ခရမ်းလွန်မီးအိမ်) တွင်သာ အသုံးပြုပြီး လူနှင့် တိုက်ရိုက်ထိတွေ့ပါက အရေးပြား၊ မျက်လုံးပျက်စီးနိုင်သည်။

**2. UV B (280–320 nm)**

• အဓိကအန္တရာယ်: အရေးပြားကင်ဆာ (အထူးသဖြင့် များနှင့်နို့မဲ့ ကင်ဆာ) နှင့် မျက်စိကင်ဆာ (ဥပမာ- မျက်လုံးအတွင်းတစ်သျှူးကင်ဆာ)။

• အကြောင်းရင်း:

• UV B သည် DNA ကို တိုက်ရိုက်ပျက်စီးစေပြီး ဗီဇပြောင်းလဲမှုများ (Mutations) ဖြစ်စေသည်။

• ၎င်းသည် အရေးပြား၏ အပေါ်လွှာ (Epidermis) ကို ထိခိုက်ကာ နေလောင်ဒဏ် (Sunburn) နှင့် ကင်ဆာဆဲလ်များ ဖြစ်ပေါ်စေသည်။

• မျက်လုံးအတွင်း အာရုံခံဆဲလ်များကို ထိခိုက်စေပြီး အတွင်းတိမ် (Cataracts) နှင့် မျက်စိကင်ဆာ ဖြစ်နိုင်ခြေကို မြင့်တက်စေသည်။

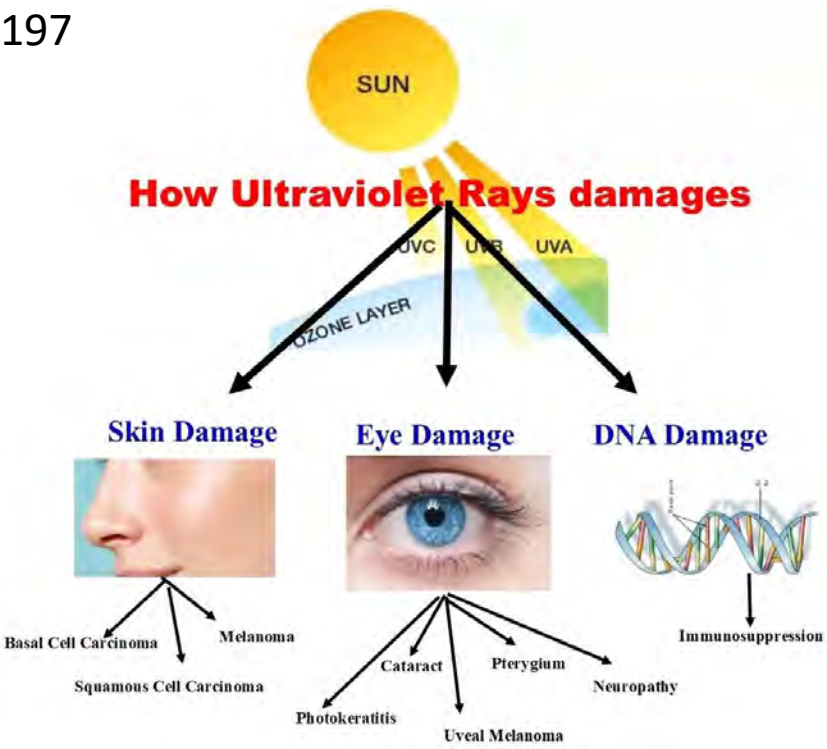
- 3. UV A (320–400 nm)
- အဓိကအန္တရာယ်: အရေပြားအိုမင်းမှု (Photoaging) နှင့် အရေပြားကင်ဆာ (အထူးသဖြင့် Melanoma)။

- အကြောင်းရင်း:
  - UV A သည် အရေပြားအတွင်းလွှာ (Dermis) အထိ စိမ့်ဝင်နိုင်ပြီး အခမဲ့ရယ်ဒီကယ်များ (Free Radicals) ထုတ်လုပ်ကာ DNA ကို သွယ်ဝိုက်ပျက်စီးစေသည်။
  - ၎င်းသည် UV B ထက် စွမ်းအင်နည်းသော်လည်း နေရောင်ခြည်၏ 95% ကို ဖြစ်စေပြီး နေ့တစ်ဝက်လုံး ထိတွေ့နိုင်သည်။

• UV A သည် မျက်လုံးအား ထိခိုက်စေပြီး အတွင်းတိမ် ဖြစ်စေနိုင်သော်လည်း မျက်စိကင်ဆာနှင့် ဆက်စပ်မှု အနည်းငယ်သာ ရှိသည်။

- အဖြေအကျဉ်း
  - အရေပြားကင်ဆာ (အထူးသဖြင့် Melanoma) နှင့် မျက်စိကင်ဆာ ကို UV B က အဓိက ဖြစ်စေသည်။ ထိုသို့ဖြစ်ခြင်းမှာ UV B ၏ စွမ်းအင်မြင့်မားပြီး DNA ကို တိုက်ရိုက်ပျက်စီးစေသောကြောင့် ဖြစ်သည်။
  - UV A သည် အရေပြားကင်ဆာကို သွယ်ဝိုက်ဖြစ်စေပြီး အိုမင်းမှုနှင့် အရေပြားပျက်စီးမှုကို ဦးတည်စေသည်။
  - UV C သည် သဘာဝပတ်ဝန်းကျင်တွင် မထိတွေ့ရသော်လည်း လူလုပ်နည်းလမ်းဖြင့် ထိတွေ့ပါက အလွန်အန္တရာယ်ရှိသည်။

• ထို့ကြောင့် နေရောင်ခြည်မှ ကာကွယ်ရန် UV A/UV B ကို ကာကွယ်ပေးသော နေလောင်ကာခရင်မ် (Broad-Spectrum Sunscreen) နှင့် ခရမ်းလွန်ရောင်ခြည်ကာမက်မှန် စသည် ကာကွယ်မှုများ လိုအပ်ပါသည်။



# (Kyoto Protocol)



• ၁။ ကီယိုတိုပရိုတိုကော (Kyoto Protocol)

- အခြေခံအချက်များ
- အစပြုခြင်း: ၁၉၉၇ ခုနှစ်တွင် ဂျပန်နိုင်ငံ၊ ကီယိုတိုမြို့၌ သဘောတူချမှတ်ခဲ့ပြီး ၂၀၀၅ ခုနှစ်တွင် စတင်အာဏာတည်ခဲ့သည်။

ရည်ရွယ်ချက်: ဖန်လုံအိမ်ဓာတ်ငွေ့ (GHG) Green House Gas ထုတ်လွှတ်မှုကို လျော့ချရန်။ ဤသဘောတူညီချက်သည် UNFCCC (ကုလသမဂ္ဂ ရာသီဥတုပြောင်းလဲမှုဆိုင်ရာ သဘောတူစာချုပ်) ကို အကောင်အထည်ဖော်သည့် ပထမဆုံး ဥပဒေအရ ချုပ်ဆိုထားသော စာချုပ်ဖြစ်သည်။

- ပါဝင်သည့်နိုင်ငံများ: ဖွံ့ဖြိုးပြီးနိုင်ငံများ (Annex I နိုင်ငံများ) သာလျှင် ထုတ်လွှတ်မှုလျော့ချရန် တာဝန်ရှိသည်။

ပန်းတိုင်: ၂၀၀၈-၂၀၁၂ အတွင်း GHG ထုတ်လွှတ်မှုကို ၁၉၉၀ ပြည့်နှစ်အဆင့်ထက် ၅% လျော့ချရန်။

- အရေးပါမှု
- ပထမဆုံးဥပဒေအရ ချုပ်ဆိုထားသောစာချုပ်: ရာသီဥတုပြောင်းလဲမှုကို တိုက်ဖျက်ရန် နိုင်ငံတကာပူးပေါင်းဆောင်ရွက်မှု၏ အစပျိုးခြင်း။
- ဈေးကွက်အခြေပြုယန္တရားများ:
  - ထုတ်လွှတ်မှုလဲလှယ်စနစ် (Emissions Trading)
  - သန့်ရှင်းသောဖွံ့ဖြိုးရေးယန္တရား (Clean Development Mechanism - CDM): ဖွံ့ဖြိုးဆဲနိုင်ငံများတွင် စီမံကိန်းများလုပ်ကိုင်ပြီး ကာဗွန်ခရက်ဒစ်ရယူခြင်း။
- ကန့်သတ်ချက်များ: အမေရိကန်နှင့် ကနေဒါကဲ့သို့သော အဓိကထုတ်လွှတ်သည့်နိုင်ငံများ ပါဝင်မှုနည်းခြင်း၊ ဖွံ့ဖြိုးဆဲနိုင်ငံများအား တာဝန်မကျခြင်း။



# The Montreal Protocol 1987



[www.wolseyacademy.com](http://www.wolseyacademy.com)

ကမ္ဘာ့ကုလသမဂ္ဂ၏ မွန်ထရီယယ် ပရိုတိုကော (Montreal Protocol) သည် အိုဇုန်းလွှာကို ပျက်စီးစေသော ဓာတုပစ္စည်းများ (Ozone-Depleting Substances – ODS) ထုတ်လုပ်မှုနှင့် အသုံးပြုမှုကို ကမ္ဘာနိုင်ငံများက ပူးပေါင်းထိန်းချုပ်ရန် သဘောတူညီခဲ့သည်။ အပြည်ပြည်ဆိုင်ရာသဘောတူစာချုပ် ဖြစ်သည်။ ဤစာချုပ်ကို အောက်ပါအတိုင်း အကျဉ်းချုပ်ဖော်ပြပါမည်။

မွန်ထရီယယ် ပရိုတိုကော အကြောင်း အကျဉ်း ဖြစ်စဉ်နှင့် ရည်ရွယ်ချက်

ကျင်းပသည့်နေရာနှင့် ခုနှစ်: ၁၉၈၇ ခုနှစ်တွင် ကနေဒါနိုင်ငံ၊ မွန်ထရီယယ်မြို့၌ ကျင်းပသော ညီလာခံတွင် စတင်အတည်ပြုခဲ့သည်။

ရည်မှန်းချက်: အိုဇုန်းလွှာကို ပျက်စီးစေသော CFCs (ကလိုရိုဖလူရိုကာဗွန်)၊ HCFCs၊ ဟယ်လွန် (Halons) စသည့် ဓာတုပစ္စည်းများကို အဆင့်လိုက် ဖြတ်တောက်ရန်။

အောင်မြင်မှု: ကမ္ဘာနိုင်ငံအများဆုံး ပါဝင်သဘောတူသည့် သဘောတူစာချုပ်ဖြစ်ပြီး၊ အိုဇုန်းလွှာ ပြန်လည်ကောင်းမွန်လာမှုကို သိပ္ပံပညာရှင်များက ၂၀၂၀ တွင် အတည်ပြုခဲ့သည်။

**မန်ထရီယယ် ပရိုတိုကော၏ အဓိက လိုက်နာရမည့် အချက်များ  
နိုင်ငံတကာအဖွဲ့ဝင်များအနေဖြင့် အောက်ပါတို့ကို လိုက်နာဆောင်ရွက်ရသည်။**

ODS ဖြတ်တောက်ရေး အစီအစဉ်

CFCs: ၁၉၉၆ ခုနှစ်မှစ၍ ဖွံ့ဖြိုးပြီးနိုင်ငံများတွင် အပြီးအပိုင် တားမြစ်ခဲ့သည်။

HCFCs: ၂၀၃၀ ပြည့်နှစ်အရောက်တွင် ဖြတ်တောက်ရန် စီစဉ်ထားသည်။

မီသိုင်းဘရိုမိုက် (Methyl Bromide): ၂၀၀၅ ခုနှစ်မှစ၍ စိုက်ပျိုးရေးတွင် တားမြစ်ထားသည်။

HFCs ထိန်းချုပ်ရေး (Kigali Amendment)

၂၀၁၆ ခုနှစ်တွင် ရဝမ်ဒါနိုင်ငံ၊ ကီဂါလီမြို့၌ ကျင်းပသော ညီလာခံတွင် HFCs (ဖန်လုံအိမ်ဓာတ်ငွေ့) ကို ထည့်သွင်းထိန်းချုပ်ရန် သဘောတူခဲ့သည်။ HFCs ကို ၂၀၄၇ ခုနှစ်အထိ အဆင့်လိုက် လျှော့ချမည်။

အစီရင်ခံမှုနှင့် စောင့်ကြည့်ခြင်း

ODS နှင့် HFCs ထုတ်လုပ်မှု၊ တင်သွင်းမှုကို နှစ်စဉ် အစီရင်ခံရန်။

ပြည်တွင်းဥပဒေများ ပြဋ္ဌာန်း၍ စည်းမျဉ်းစည်းကမ်းများ ချမှတ်ရန်။

နည်းပညာနှင့် ဘဏ္ဍာရေးပံ့ပိုးမှု

Multilateral Fund (MLF): ဖွံ့ဖြိုးဆဲနိုင်ငံများအား ODS အစားထိုးနည်းပညာများ ရရှိရန် ငွေကြေးထောက်ပံ့သည်။

ဥပမာ: သဘာဝရီဖရီဂျရန်များ (ဥပမာ R-290) သို့ ကူးပြောင်းရန် နည်းပညာပံ့ပိုးခြင်း။

**မွန်ထရီယယ် ပရိုတိုကော၏ ထူးခြားချက်များ**

ပထမဆုံးသော ကမ္ဘာလုံးဆိုင်ရာ သဘောတူညီချက် နိုင်ငံပေါင်း ၁၉၈ နိုင်ငံက လက်မှတ်ရေးထိုးထားပြီး၊ အိန္ဒိယလွှာကာကွယ်ရေးတွင် အောင်မြင်မှုအရှိဆုံး သဘောတူစာချုပ်ဖြစ်သည်။

အဆင့်ဆင့်အကောင်အထည်ဖော်မှု နိုင်ငံများ၏ စီးပွားရေးနှင့် နည်းပညာအဆင့်ကို ထည့်သွင်းစဉ်းစားကာ ဖြတ်တောက်ရေးအချိန်ဇယားကို သတ်မှတ်ပေးထားသည်။

**မြန်မာနိုင်ငံ၏ ပါဝင်ဆောင်ရွက်မှု**

၁၉၉၄ ခုနှစ်တွင် မွန်ထရီယယ် ပရိုတိုကောကို လက်မှတ်ရေးထိုးခဲ့ပြီး၊ HCFCs နှင့် HFCs ဖြတ်တောက်ရေး စီမံချက်များကို UNEP၊ UNDP စသည့် အဖွဲ့များနှင့် ပူးပေါင်းအကောင်အထည်ဖော်လျက်ရှိသည်။

အကျိုးကျေးဇူးများ  
အိန္ဒိယလွှာ ပြန်လည်ကောင်းမွန်လာခြင်းဖြင့် လူသားမျိုးနွယ်နှင့် ဂေဟစနစ်ကို ခရမ်းလွန်ရောင်ခြည်ဒဏ်မှ ကာကွယ်ပေးသည်။

ဖန်လုံအိမ်ဓာတ်ငွေ ထုတ်လွှတ်မှု လျော့ချရာတွင် ကမ္ဘာ့ရာသီဥတု ပြောင်းလဲမှုကို ထိန်းသိမ်းရန် ကူညီသည်။

# The Kigali Amendment to the Montreal Protocol



• ၂။ ကီဂါလီပြင်ဆင်ချက် (Kigali Amendment)

• အခြေခံအချက်များ

• အစပြုခြင်း: ၂၀၁၆ ခုနှစ်တွင် ရုဝမ်ဒါနိုင်ငံ၊ ကီဂါလီမြို့၌ သဘောတူညီခဲ့ပြီး မွန်ထရီယောက်ပရိုတိုကော (Montreal Protocol) ၏ ပြင်ဆင်ချက်ဖြစ်သည်။

• ရည်ရွယ်ချက်: ဟိုက်ဒရိုဖလူရိုက်ကာဗွန် (HFCs) ကို ဖြတ်တောက်ရန်။ HFCs သည် အိုဇုန်းလွှာကို မထိခိုက်သော်လည်း ကမ္ဘာပူနွေးမှုကို မြှင့်တက်စေသည့် ဓာတ်ငွေ့များဖြစ်သည်။

• ပန်းတိုင်: ၂၀၅၀ ပြည့်နှစ်အထိ HFCs အသုံးကို ၈၀-၈၅% လျော့ချရန်။ ဤပြင်ဆင်ချက်ဖြင့် ကမ္ဘာကြီးပူနွေးမှုကို ၀.၅°C အထိ လျော့ချနိုင်မည်ဟု ခန့်မှန်းထားသည်။

• အရေးပါမှု

• HFCs ၏အန္တရာယ်: HFCs သည် CO<sub>2</sub> ထက် ကမ္ဘာပူနွေးမှုအညွှန်းကိန်း (GWP) ထောင်ချီမြင့်မားသည်။

• အောင်မြင်မှုအလားအလာ: မွန်ထရီယောက်ပရိုတိုကော၏ အိုဇုန်းလွှာကာကွယ်ရေးအတွေ့အကြုံကို အသုံးပြုပြီး ရာသီဥတုပြောင်းလဲမှုကို တိုက်ဖျက်ခြင်း။

• နိုင်ငံများ၏ပါဝင်မှု: အမေရိကန်၊ တရုတ်၊ အိန္ဒိယ အပါအဝင် နိုင်ငံ ၁၀၀ ကျော် ပါဝင်လက်မှတ်ရေးထိုးထားသည်။

• **ဂျပန်နှင့် ဥရောပသမဂ္ဂနိုင်ငံများ၏ ရေဒီယို အအေးခန်း ဓာတ်ငွေ့ (Refrigerant Gas) စည်းမျဉ်းများ၊ မျှော်မှန်းချက်များနှင့် ကာဗွန် ခြေရာခံမှုလျှော့ချရေး စီမံချက်များ (၂၀၅၀ အထိ)**

- ၁။ စည်းမျဉ်းစည်းကမ်းများ
- ဂျပန်

• ဖလိုရိုကာဗွန် စီမံခန့်ခွဲမှုဆိုင်ရာ ဥပဒေ (၂၀၁၅ နှင့် ၂၀၂၀ တွင် ပြင်ဆင်) ကို အခြေခံပြီး၊ မွန်ထရီယယ် ပရိုတိုကော၏ ကီဂါလီအပြင် ဝင်ချက် (Kigali Amendment) နှင့်လည်း ကိုက်ညီစေသည်။

• **HFC ဓာတ်ငွေ့လျှော့ချရေး : ၂၀၁၁-၂၀၁၃ ကာလထက် HFC အသုံးပြုမှုကို ၂၀၃၆ တွင် ၈၅%၊ ၂၀၅၀ တွင် လုံးဝနီးပါး ဖြတ်တောက်ရန် ရည်မှန်းထား။**

• **သဘာဝဓာတ်ငွေ့များ (ဥပမာ - ကာဗွန်ဒိုင်အောက်ဆိုဒ်၊ အမိုးနီးယား) နှင့် GWP နိမ့်သော ဓာတ်ငွေ့များသို့ ကူးပြောင်းရေးကို အလေးပေး။**

- ဥရောပသမဂ္ဂ (EU)
- F-Gas စည်းမျဉ်း (EU No. 517/2014) : ၂၀၃၀ တွင် HFC ၇၉%၊ ၂၀၅၀ တွင် ၉၅% လျှော့ချရန် ကမ္ဘာ့စံထက် ပိုမိုတင်းကျပ်သော စည်းမျဉ်း။
- GWP မြှင့်ဓာတ်ငွေ့များ တားမြစ်ခြင်း : ၂၀၂၂ မှစ၍ စီးပွားဖြစ်အအေးပေးစနစ်များတွင် GWP ၁၅၀ အထက်ရှိသော HFC များ အသုံးပြုခြင်းကို တားမြစ်။
- ဥရောပစိမ်းလန်းရေးသဘောတူညီချက် (European Green Deal) နှင့် ချိတ်ဆက်၍ ကာဗွန်လျှော့ချရေးကို ဦးတည်။

- **၂။ ရေရှည်မဟာဗျူဟာများနှင့် နည်းပညာဆန်းသစ်မှုများ**
- **အစားထိုးဓာတ်ငွေ့များသို့ ကူးပြောင်းခြင်း**
- **သဘာဝဓာတ်ငွေ့များ : CO<sub>2</sub> (GWP=1)၊ အမိုးနီးယား (GWP=0)၊ ပရိုပိန်း (GWP=3) တို့ကို အဓိကထား။**
- HFOs ကဲ့သို့သော နည်းပညာသစ်များ (ဥပမာ - R-1234yf၊ GWP<1) ကို ကားနှင့် HVAC စနစ်များတွင် အသုံးပြု။
- စွမ်းအင်ထိရောက်မှု : လျှပ်စစ်သုံးစွဲမှုလျော့ချရန် EU ၏ Ecodesign ညွှန်ကြားချက်။
- စက်မှုနှင့်နည်းပညာပြောင်းလဲမှုများ
- လက်ရှိစနစ်များကို ပြုပြင်မွမ်းမံခြင်း၊ သုတေသနနှင့်ဖွံ့ဖြိုးရေး (R&D) အားမြှင့်တင်ခြင်း။
- EU ဆန်းသစ်တီထွင်ရေး ရန်ပုံငွေ နှင့် ဂျပန်၏ စိမ်းလန်းရေး ဆန်းသစ်မှုရန်ပုံငွေ မှ နည်းပညာသစ်များကို ထောက်ပံ့။
- ဘေးကင်းရေးနှင့်လေ့ကျင့်ရေး
- မီးလောင်လွယ်သော/အဆိပ်ရှိသော ဓာတ်ငွေ့များကို လုံခြုံစွာကိုင်တွယ်ရန် စံနှုန်းများ (ISO 5149၊ EN 378)။
- နည်းပညာရှင်များအတွက် လက်မှတ်သင်တန်းများ နှင့် အသိပညာပေးလှုံ့ဆော်မှုများ။

- ၄။ ၂၀၅၀ ကာဗွန်သုညပန်းတိုင်နှင့် ကိုက်ညီမှု
- ဂျပန် : ၂၀၅၀ တွင် ကာဗွန်လျှော့ချမှု ပန်းတိုင်ကို စိမ်းလန်းရေးကြီးထွားမှုမဟာဗျူဟာ ဖြင့် အကောင်အထည်ဖော်။ ၂၀၃၀ တွင် ၂၀၁၃ ထက် ဖန်လုံအိမ်ဓာတ်ငွေ့ ၄၆% လျှော့ချရန်။
- **EU : ၂၀၅၀ တွင် သုညကာဗွန်ထုတ်လွှတ်မှု ရည်မှန်း။ ၂၀၃၀ တွင် ၁၉၉၀ ထက် ဖန်လုံအိမ်ဓာတ်ငွေ့ ၅၅% လျှော့ချရန်။**
- **ကမ္ဘာလုံးဆိုင်ရာပူးပေါင်းဆောင်ရွက်မှု : ကီဂလီအပြင် ဝင်ချက် ဖြင့် ၂၁၀၀ တွင် ကမ္ဘာ့အပူချိန် ၀.၄°C တက်မှုကို ကာကွယ်။**
- ၅။ စိန်ခေါ်မှုများ
- စရိတ်စကနှင့် အခြေခံအဆောက်အအုံ : အသေးစားလုပ်ငန်းများ (SMEs) အတွက် ကူးပြောင်းရန် စရိတ်မြင့်မား။
- ဘေးကင်းရေးအန္တရာယ် : မီးလောင်လွယ်ဓာတ်ငွေ့များ ကိုင်တွယ်ရန် လေ့ကျင့်မှုနှင့် စည်းမျဉ်းများ လိုအပ်။
- နည်းပညာလိုအပ်ချက် : စွမ်းအင်ထိရောက်မှုဖြင့် နည်းပညာသစ်များ (ဥပမာ - အတည်အခဲအအေးပေးစနစ်) ဖွံ့ဖြိုးရေး။

မြန်မာနိုင်ငံအနေဖြင့် အိုဇုန်းလွှာပျက်စီးစေသော ဓာတ်ငွေ့များ (ODS) ထုတ်လွှတ်မှုကို ထိန်းချုပ်ရန် ကမ္ဘာ့နိုင်ငံများနှင့်အညီ မွန်ထရီယယ် ပရိုတိုကော (Montreal Protocol) စည်းမျဉ်းများကို လိုက်နာဆောင်ရွက်လျက်ရှိပါသည်။ အောက်ပါတို့မှာ မြန်မာနိုင်ငံ၏ လုပ်ဆောင်ချက်များနှင့် စိန်ခေါ်မှုများကို အကျဉ်းချုပ်ဖော်ပြချက်ဖြစ်သည်။

**၁။ မွန်ထရီယယ် ပရိုတိုကော နှင့် ပူးပေါင်းဆောင်ရွက်မှု**

သဘောတူစာချုပ် လက်မှတ်ရေးထိုးခြင်း  
မြန်မာနိုင်ငံသည် ၁၉၉၄ ခုနှစ်တွင် မွန်ထရီယယ် ပရိုတိုကောကို လက်မှတ်ရေးထိုးခဲ့ပြီး၊ ODS ဖြတ်တောက်ရေးလုပ်ငန်းစဉ်များကို အဆင့်လိုက် အကောင်အထည်ဖော်လျက်ရှိပါသည်။

**အမျိုးသားအိုဇုန်းယူနစ် (National Ozone Unit) ဖွဲ့စည်းခြင်း**

ပတ်ဝန်းကျင်ထိန်းသိမ်းရေး ဦးစီးဌာန (Environmental Conservation Department) လက်အောက်တွင် အိုဇုန်းလွှာကာကွယ်ရေးဆိုင်ရာ လုပ်ငန်းများကို ညှိနှိုင်းရန် အမျိုးသားအိုဇုန်းယူနစ် ကို ဖွဲ့စည်းထားပါသည်။

**၂။ ODS ဖြတ်တောက်ရေး လုပ်ငန်းစဉ်များ**

(က) HCFCs ဖြတ်တောက်ရေး စီမံချက် ပထမအဆင့် (2015-2020): HCFCs (ဥပမာ R-22) အသုံးပြုမှုကို ၁၀% လျှော့ချရန် ရည်မှန်းခဲ့ပြီး၊ နိုင်ငံတကာမှ ငွေကြေးနှင့် နည်းပညာပံ့ပိုးမှုဖြင့် အောင်မြင်စွာ အကောင်အထည်ဖော်ခဲ့သည်။

ဒုတိယအဆင့် (2021-2030): HCFCs အသုံးပြုမှုကို ၃၅% ထပ်မံလျှော့ချရန် စီစဉ်ထားပြီး၊ သဘာဝဓာတ်ငွေ့အခြေပြု ရီဖရီဂျရန်များ (ဥပမာ R-290) သို့ ကူးပြောင်းရေးကို ဦးစားပေးလျက်ရှိသည်။

(ခ) မီသိုင်းဘရိုမိုက် (Methyl Bromide) ဖြတ်တောက်ခြင်း စိုက်ပျိုးရေးနှင့် ကောက်ပဲသီးနှံသိုလောင်ရာတွင် အသုံးပြုသော မီသိုင်းဘရိုမိုက်ကို ၂၀၁၅ ခုနှစ်မှစ၍ အပြီးအပိုင် တားမြစ်ခဲ့ပြီးဖြစ်သည်။

၃။ ဥပဒေရေးရာ နှင့် စည်းမျဉ်းများ  
ODS ထိန်းချုပ်ရေး ဥပဒေ ပတ်ဝန်းကျင်ထိန်းသိမ်းရေး ဥပဒေ (၂၀၁၉) အရ ODS ပါသော ပစ္စည်းများ ထုတ်လုပ်၊ တင်သွင်း၊ တင်ပို့မှုကို ကန့်သတ်ထားသည်။

**လိုင်စင်စနစ်**

ODS နှင့် သက်ဆိုင်သော ကုန်သွယ်မှုများအတွက် လိုင်စင်ထုတ်ပေးခြင်းနှင့် စိစစ်ခြင်းစနစ်ကို အကောင်အထည်ဖော်ထားသည်။

**၄။ စွမ်းဆောင်ရည်မြှင့်တင်ခြင်း နှင့် အသိပညာပေးလုပ်ငန်းများ**

နည်းပညာပိုင်းပံ့ပိုးမှု UNEP (ကုလသမဂ္ဂ ပတ်ဝန်းကျင်အစီအစဉ်)၊ UNDP၊ နှင့် GIZ (ဂျာမန်အဖွဲ့) တို့နှင့် ပူးပေါင်း၍ စက်မှုလုပ်ငန်းရှင်၊ စက်ပြင်ပညာရှင်များအား ODS အစားထိုးနည်းပညာ သင်တန်းများ ပို့ချပေးလျက်ရှိသည်။

ပြည်သူ့အသိပညာမြှင့်တင်ရေး ODS ၏ဆိုးကျိုးများနှင့် သဘာဝဓာတ်ငွေ့အခြေပြု ရီဖရီဂျရန်များ၏ အရေးပါမှုကို ပြည်တွင်းမီဒီယာများမှတစ်ဆင့် မကြာခဏ ဖော်ပြလျက်ရှိသည်။

EPA စည်းမျဉ်းများနှင့်အညီ ဓာတ်ငွေ့ (Refrigerant) စွန့်ပစ်ခြင်း ဆိုသည်မှာ အမေရိကန် သဘာဝပတ်ဝန်းကျင်ကာကွယ်ရေး အေဂျင်စီ (EPA) က သတ်မှတ်ထားသော စည်းကမ်းချက်များအတိုင်း ရေဒီယံ အအေးခန်းဓာတ်ငွေ့များကို လုံခြုံစွာ စွန့်ပစ်ခြင်း သို့မဟုတ် ပြန်လည်အသုံးပြုခြင်းလုပ်ငန်းစဉ်ကို ရည်ညွှန်းပါသည်။ ဤစည်းမျဉ်းများကို အိန္ဒိယနိုင်ငံအတွက် အိန္ဒိယနိုင်ငံ အစိုးရနှင့် ကမ္ဘာကြီးပူဇော်ရေးအဖွဲ့တို့က ကာကွယ်ရန် ရည်ရွယ်ပါသည်။

EPA ၏ အဓိက စည်းမျဉ်းများ ဓာတ်ငွေ့များ လေထုထဲသို့ လွှတ်ထုတ်ခြင်း တားမြစ်ချက်

CFC (ဥပမာ R-12), HCFC (ဥပမာ R-22), HFC (ဥပမာ R-410A) စသည့် ဓာတ်ငွေ့များကို လေထုထဲသို့ လွှတ်ထုတ်ခြင်း (Venting) ကို တားမြစ်ထားသည်။

ဤဓာတ်ငွေ့များသည် အိန္ဒိယနိုင်ငံအတွက် ပျက်စီးစေပြီး ကမ္ဘာကြီးပူဇော်ရေးအဖွဲ့ကို မြှင့်တင်စေသောကြောင့် ဖြစ်သည်။

စနစ်ထဲကျ ပြန်လည်စုဆောင်းခြင်း (Recovery)

HVAC စနစ်မှ ဓာတ်ငွေ့များကို EPA အတည်ပြုထားသော Recovery Machine ဖြင့်သာ စုပ်ယူရမည်။

ပြန်လည်အသုံးပြုနိုင်ရန် သို့မဟုတ် စွန့်ပစ်ရန် ဓာတ်ငွေ့ကို သန့်စင်ပြီး သိုလှောင်ရမည်။



- အအေးခန်းစနစ်များတွင် အသုံးပြုသော Refrigerant (အအေးဆေးငွေ) တစ်ခု၏ လိုအပ်သော ဂုဏ်သတ္တိများကို အောက်ပါအတိုင်း အမျိုးအစားခွဲ၍ ဖော်ပြပါမည်။
- ၁။ အပူဓာတ်နှင့်ဆိုင်သော ဂုဏ်သတ္တိများ (Thermodynamic Properties)
- **(Boiling Point)**
- အပူစုပ်ယူရန် လွယ်ကူစေရန် အနိမ့်ဆုံး **(Boiling Point)** အမှတ် ရှိရမည်။
- **ဥပမာ: R-134a ၏ (Boiling Point) အမှတ်မှာ  $-26.3^{\circ}\text{C}$  ဖြစ်သည်။**
- အပူစုပ်ယူနိုင်စွမ်း (Latent Heat of Vaporization)
- မြင့်မားသော အပူစုပ်ယူနိုင်စွမ်း ရှိရမည်။ ဤသို့ဆိုလျှင် စွမ်းအင်ထိရောက်မှု (Efficiency) ပိုကောင်းသည်။
- အပူပြန်လည်စွန့်ထုတ်နိုင်မှု (Condensing Pressure)
- ပုံမှန်အပူချိန်တွင် လွယ်ကူစွာ အရည်ပြန်ဖြစ်နိုင်သော ဖိအားရှိရမည်။
- Critical Temperature နှင့် Critical Pressure
- စနစ်၏ အလုပ်လုပ်သည့် အပူချိန်ထက် Critical Temperature မြင့်မားရမည်။

**၂။ ဓာတုဂုဏ်သတ္တိများ (Chemical Properties)**

ဓာတ်တည်ငြိမ်မှု (Chemical Stability)

အပူချိန်နှင့် ဖိအားပြောင်းလဲမှုများကြား ဓာတ်မပြိုကွဲသော သတ္တိရှိရမည်။

ပစ္စည်းများနှင့် သဟဇာတဖြစ်မှု (Material Compatibility)

ကွန်ပရက်ဆာ၊ ပြွန်များ၊ လေအေးပေးစက်ပစ္စည်းများနှင့် ဓာတ်မတည့်ခြင်း (Corrosion) မရှိစေရ။

ဆီနှင့်ရောနှောနိုင်မှု (Miscibility with Lubricants)

ကွန်ပရက်ဆာဆီနှင့် ရောနှောနိုင်ပါက စနစ်၏ သက်တမ်းပိုရှည်သည်။

၃။ လုံခြုံရေးဆိုင်ရာ ဂုဏ်သတ္တိများ (Safety Properties)

အဆိပ်သင့်မှု (Toxicity)

အဆိပ်မရှိသော (Non-toxic) ဖြစ်ရမည်။ လူနှင့် သဘာဝပတ်ဝန်းကျင်အတွက် အန္တရာယ်ကင်းရမည်။

မီးလောင်လွယ်မှု (Flammability)

မီးလောင်လွယ်ခြင်း မရှိရ (ဥပမာ: R-22 သည် Non-flammable ဖြစ်သည်)။

**၆။ အခြားအရေးကြီးသော ဂုဏ်သတ္တိများ**

Leak Detection လွယ်ကူမှု (ဥပမာ: အနံ့ပါသော Refrigerant များ)။

ပြန်လည်ပြည့်ဖြိုးမှု (Recyclability) ရှိရမည်။

အရည်ပျော်မှတ် (Freezing Point) နိမ့်ရမည်။

အဓိကသုံးသော Refrigerant များနှင့် ဂုဏ်သတ္တိများ  
R-134a: အိုဇုန်းလွှာထိခိုက်မှု မရှိ (ODP=0)၊ GWP မြင့်။

R-32: GWP နိမ့်၊ စွမ်းဆောင်ရည်မြင့်။

Ammonia (R-717): ODP=0၊ GWP=0၊ သို့သော် အဆိပ်ရှိ။

CO<sub>2</sub> (R-744): သဘာဝ refrigerant၊ ODP=0၊ GWP=1။

Refrigerant တစ်ခုရွေးချယ်ရာတွင် အထက်ပါဂုဏ်သတ္တိအားလုံးကို ချိန်ညှိ၍ စနစ်၏လိုအပ်ချက်၊  
ဈေးကွက်၊ နှင့် ပတ်ဝန်းကျင်ထိခိုက်မှုတို့ကို ထည့်သွင်းစဉ်းစားရပါမည်။

**HFO(Hydrofluoroolefins R-134a)**



**CFCs**

**HCFCs**

**HFCs**

**HFOs**

High ODP  
High GWP

Low ODP  
High GWP

Zero ODP  
High GWP

Zero ODP  
Very Low GWP

**ODP** (Ozone Depletion Potential)

**GWP** (Global Warming Potential)

- HFO ရေခဲသေတ္တာများ (Hydrofluoroolefins) သည် ခေတ်သစ်အေးမြသောစနစ်များတွင် အသုံးပြုသည့် ဓာတုပစ္စည်းများဖြစ်ပြီး သဘာဝပတ်ဝန်းကျင်နှင့် ညီညွတ်သော ရွေးချယ်မှုတစ်ခုအဖြစ် ရည်ရွယ်ပါသည်။ အောက်ပါအချက်များဖြင့် ရှင်းလင်းစွာ ဖော်ပြပါမည်။
- ၁။ အဓိပ္ပာယ်ဖွင့်ဆိုချက်
- HFO ဆိုသည်မှာ Hydrofluoroolefin ကို အတိုကောက်ခေါ်ခြင်းဖြစ်ပြီး၊ ကာဗွန်နှင့် ဖလိုရိုက် အက်တမ်များ ပါဝင်သော အော်လီဖင် (olefin) မော်လီကျူးများဖြစ်သည်။ ဤမော်လီကျူးများတွင် ကာဗွန်အချင်းချင်း ဒွိစည်းနှောင်မှု (double bond) ပါရှိသောကြောင့် သဘာဝပတ်ဝန်းကျင်တွင် လျင်မြန်စွာ ဆွေးမြေ့နိုင်ပါသည်။
- ၂။ ဖွဲ့စည်းပုံနှင့် ထူးခြားချက်
- ဓာတုဖွဲ့စည်းပုံ: HFO များသည် ကာဗွန်-ကာဗွန် ဒွိစည်းနှောင်မှု (C=C) ပါသော မပြည့်ဝဆီ (unsaturated hydrocarbon) များဖြစ်သည်။
- ပတ်ဝန်းကျင်ဆိုင်ရာ အားသာချက်: လေထုထဲတွင် မြန်မြန်ဆန်ဆန် ဆွေးမြေ့သောကြောင့် ကမ္ဘာကြီးပူနွေးမှုအညွှန်းကိန်း (GWP) အနည်းဆုံး (ဥပမာ HFO-1234yf ၏ GWP သည် 1 ခန့်သာ) ဖြစ်သည်။
- အိုဇုန်းလွှာကို မထိခိုက်: ကလိုရင်းအက်တမ် မပါဝင်သောကြောင့် အိုဇုန်းလွှာပျက်စီးမှုကို မဖြစ်စေပါ။
- ၃။ အသုံးပြုရသည့် အကြောင်းရင်း
- HFCs ၏ ပြဿနာ: ယခင်သုံးစွဲခဲ့သော HFC ရေခဲသေတ္တာများ (ဥပမာ R-134a) သည် အိုဇုန်းလွှာကို မထိခိုက်သော်လည်း GWP မြင့်မားပြီး ရာသီဥတုပြောင်းလဲမှုကို အားပေးခဲ့သည်။
- စည်းမျဉ်းများ: Montreal Protocol ၏ Kigali Amendment အရ HFCs လျှော့ချရန် လိုအပ်မှုက HFOs ကို စတင်အစားထိုးစေခဲ့သည်။



Propane (R-290) အခြေပြု လေအေးပေးစက်နှင့် အအေးခံစနစ်များတွင် အသုံးပြုသော ရီဖရီဂျရန်များ

Propane (R-290) သည် သဘာဝဓာတ်ငွေ့ (hydrocarbon refrigerant) အမျိုးအစားဖြစ်ပြီး၊ လေအေးပေးစက်၊ အအေးခံစက်၊ နှင့် အအေးခံပစ္စည်းများတွင် သဘာဝပတ်ဝန်းကျင်နှင့် သဟဇာတဖြစ်သော ရီဖရီဂျရန်အဖြစ် အသုံးပြုလာကြပါသည်။ အောက်ပါတို့တွင် R-290 ၏ အသုံးပြုမှု၊ အားသာချက်များ၊ စိန်ခေါ်မှုများကို အကျဉ်းချုပ်ဖော်ပြထားပါသည်။

Propane (R-290) ၏ ဂုဏ်သတ္တိများ  
သဘာဝဓာတ်ငွေ့

R-290 သည် ပရိုပိန်းဓာတ်ငွေ့ ( $C_3H_8$ ) ဖြစ်ပြီး၊ ရေနံနှင့် သဘာဝဓာတ်ငွေ့မှ ထုတ်လုပ်ပါသည်။

အိုဇုန်းလွှာ ပျက်စီးမှု (ODP): သုည (Ozone-friendly)။

ကမ္ဘာပူနွေးမှု ဖြစ်စေနိုင်မှု (GWP): ~3 ( $CO_2$  ထက် 3 ဆသာ)၊ HFCs (ဥပမာ R-410A) ၏ GWP (~2,088) ထက် များစွာနိမ့်ပါသည်။

စွမ်းဆောင်ရည်မြင့်

အပူစုပ်ယူနိုင်စွမ်း (Thermodynamic Efficiency) မြင့်မားပြီး စွမ်းအင်သုံးစွဲမှုကို လျော့ချပေးပါသည်။

လောင်စာဖြစ်နိုင်မှု

Propane သည် အလွန်လောင်ကျွမ်းလွယ်သော (Highly Flammable) ဓာတ်ငွေ့ဖြစ်သောကြောင့်၊ စနစ်ဒီဇိုင်းနှင့် လုံခြုံရေးစည်းမျဉ်းများ လိုအပ်ပါသည်။

# R448A / R449A Refrigerants – Properties in Modern Refrigeration Systems

R448A

R449A

R448A နှင့် R449A တို့သည် **HFO/HFC Blend Refrigerants** ဖြစ်ပြီး ယခုခေတ် အအေးခန်း (Cold Room), Supermarket System, Commercial Refrigeration များတွင်အသုံးများလာကြသည်။

**R404A / R507** အစား အသုံးပြုလာသော နောက်ဆုံးပေါ် Environment-friendly Refrigerants ဖြစ်သည်။

Property	R448A	R449A
ODP (Ozone Depletion Potential)	0	0
GWP (Global Warming Potential)	~1380	~1390
Climate Impact	Low	Low

ODP = 0 (Ozone မပျက်စီးစေပါ) GWP နိမ့် (R404A ထက် အလွန်နိမ့်)

EU F-Gas Regulation နှင့် ကိုက်ညီ

# Refrigerant Safety Groups (examples)

**Lower Toxicity**  
OEL > 400ppm

**Higher Toxicity**  
OEL < 400ppm

## Higher Flammability

**A3**

**B3**

all hydrocarbons

## Lower Flammability

HCFs, non-fluorocarbons

**A2**

R-152a

**B2**

## Lower Flammability

(Mildly Flammable) Low Burning Velocity  
HCFs, HFC/HFO Blends, HFOs

**A2L**

R-32, R-452B, R-454B, R-455A, R-516A,  
R-1234yf, R-1234ze(E)

**B2L**

ammonia (R-717)

## No Flame Propagation

HFFCs, HFC/HFO Blends, HFOs, HCFOs,  
HFO/chloro-olefin blends, non-fluorocarbons

**A1**

R-134a, R410A, R-448A, R-449A, R-460B, R-513A,  
R-515A, R-1336mzz(Z), R-1233zd(E), CO<sub>2</sub> (R-744)

**B1**

R-245fa, R-514A

Refrigerant အမျိုးအစားများတွင် "Beled" ဆိုသည်မှာ "Blend" (သို့မဟုတ် အရောနှောအမျိုးအစား) ကို ရည်ညွှန်းပါသည်။ ဤသည်မှာ ဓာတုပစ္စည်းနှစ်မျိုး (သို့) ထိုထက်ပို၍ ရောစပ်ထားသော အရောနှောအအေးပေးပစ္စည်း (Blended Refrigerant) များကို ခေါ်ဆိုခြင်းဖြစ်ပါသည်။

အရေးကြီးသော အချက်များ:  
အမျိုးအစားခွဲခြားပုံ:

Azeotropic Blends: ရောစပ်ပြီးနောက် တစ်ခုတည်းသော အရည်အဖြစ် အပူချိန်တစ်လျှောက် ပြုမူသော အရောများ (ဥပမာ - R-502)။

Zeotropic Blends (Non-Azeotropic): အပူချိန်ပြောင်းလဲသည့်အခါ အငွေ့နှင့်အရည်တွင် ပါဝင်မှုအချိုးကွဲသော အရောများ (ဥပမာ - R-410A, R-404A)။

- **Zeotropic Blend နှင့် Azeotropic Blend Refrigerant များ၏ ကွာခြားချက်များ**
- Refrigerant များကို သန့်စင်သော ပစ္စည်း (Pure Substance) သို့မဟုတ် ဓာတ်ပြုစပ်ထားသော ပစ္စည်း (Blend) အဖြစ် ခွဲခြားနိုင်ပြီး၊ Blend များကို ၎င်းတို့၏ ဓာတ်ပါဝင်ပစ္စည်းများ ပြောင်းလဲပုံ အပေါ် အခြေခံကာ Zeotropic နှင့် Azeotropic ဟု နှစ်မျိုးထပ်မံခွဲခြားသည်။
- 1. Zeotropic Blend (အပူချိန် ပြေးလွှားပြောင်းလဲသော အရာ)
- အဓိပ္ပာယ် : ဓာတ်ပါဝင်ပစ္စည်းများ၏ ကျိုးပဲ့အပူချိန် (Boiling Points) မတူညီသော စပ်ဖြစ်ပြီး၊ အရည်မှ ဓာတ်ငွေ့သို့ (သို့မဟုတ်) **ပြောင်းပြန်ဖြစ်စဉ်တွင် အပူချိန် ပြေးလွှားပြောင်းလဲမှု (Temperature Glide) ဖြစ်ပေါ်သည်။**
- **ဂုဏ်သတ္တိများ :**
- ဖိအားတစ်ခုတည်းတွင် အပူချိန် ပြောင်းလဲမှု ရှိသည်။
- Fractionation (ဓာတ်ပါဝင်ပစ္စည်းများ ကွဲထွက်ခြင်း) ဖြစ်နိုင်သည်။ ဥပမာ - Refrigerant ယိုစိမ့်ပါက၊ ပေါ့ပါးသော ဓာတ်ငွေ့များ ပထမဦးစွာ ထွက်သွားပြီး စပ်၏ မူလဂုဏ်သတ္တိများ ပြောင်းလဲနိုင်သည်။
- ဥပမာ :
- **R-407C (R32 + R125 + R134a)**
- **R-404A (R125 + R143a + R134a)**

**၂။ AC Compressor ကို အနှုတ်ဒီဂရီတွင် အသုံးပြုပါက ဖြစ်လာနိုင်သော ပြဿနာများ**

(က) ဆီ (Lubricant Oil) ပြဿနာ  
AC Compressors များတွင် Mineral Oil သို့မဟုတ် PAG Oil ကို အသုံးပြုပြီး၊ အနိမ့်အပူချိန်တွင် ဤဆီများသည် ခဲသွားနိုင်သည်။ ဆီခဲသွားပါက Compressor အတွင်း ချောဆီမှုကင်းမဲ့ပြီး၊ သွေးတိုးပျက်စီးမှု (Seizure) ဖြစ်နိုင်သည်။

**(ခ) Refrigerant နှင့် မကိုက်ညီခြင်း**

AC စနစ်များသည် R-32၊ R-410A ကဲ့သို့သော Refrigerants များနှင့် အလုပ်လုပ်ရန် ဒီဇိုင်းပြုလုပ်ထားသည်။ အနိမ့်အပူချိန်စနစ်များတွင် R-404A၊ Ammonia (R-717)၊ CO<sub>2</sub> (R-744) ကဲ့သို့သော Refrigerants များ လိုအပ်ပြီး၊ AC Compressors သည် ဤ Refrigerants နှင့် မကိုက်ဖက်ပါ။

**(ဂ) ဖိအားမြင့်မားမှု**

အနှုတ်ဒီဂရီစနစ်များတွင် ဖိအားကွာခြားမှု (Pressure Ratio) မြင့်မားပြီး၊ AC Compressors သည် ဤဖိအားကို ခံနိုင်ရည်မရှိပါ။ ဖိအားလွန်ကဲပါက **Compressor အတွင်း Valves၊ Seals၊ သို့မဟုတ် Piston များ ပျက်စီးနိုင်သည်။**

**(ဃ) Cooling Capacity ကျဆင်းခြင်း**

AC Compressors သည် အနိမ့်အပူချိန်တွင် စွမ်းဆောင်ရည်ကျဆင်းပြီး၊ လိုအပ်သော အအေးဓာတ်ကို ထုတ်လုပ်နိုင်မည် မဟုတ်ပါ။ စနစ်သည် အပူလွန်ကဲ (Overheating) ပြီး၊ Compressor ပျက်စီးနိုင်သည်။

**(င) လျှပ်စစ်စွမ်းအင်ပိုမိုသုံးစွဲခြင်း**

AC Compressor သည် အနိမ့်အပူချိန်တွင် အလုပ်လုပ်ရန် ပိုမိုကြိုးစားရသဖြင့်၊ လျှပ်စစ်မီးတိုးလာပြီး စွမ်းအင်အကျိုးရှိမှု (Efficiency) လျော့နည်းသွားမည်။

225 အရေးကြီးသော သတိပြုရန်  
အန္တရာယ်: နိုက်ထရိုဂျင်သည် အသက်ရှူလမ်းကြောင်းကို ပိတ်ဆို့စေနိုင်သည်။  
လုံခြုံသော လေဝင်လေထွက်စနစ်ဖြင့်သာ အသုံးပြုရန် လိုအပ်သည်။

သဘာဝပတ်ဝန်းကျင်: နိုက်ထရိုဂျင်ကို လေထုထဲတွင် 78% ပါဝင်သော်လည်း၊  
စက်မှုလုပ်ငန်းမှ ထုတ်လွှတ်သော နိုက်ထရိုဂျင်ဒြပ်ပေါင်းများ (ဥပမာ- NOx)  
သည် လေထုညစ်ညမ်းမှုကို ဖြစ်စေနိုင်သည်။

အကျဉ်းချုပ်  
နိုက်ထရိုဂျင်ကို "Inert Gas" ဟု ခေါ်ခြင်းမှာ ၎င်း၏ ဓာတ်မတတ်သော သဘာဝ  
နှင့် လုံခြုံစိတ်ချရမှု တို့ကြောင့်ဖြစ်ပြီး၊ စက်မှု၊ ဆေးဘက်၊ စားသောက်ကုန်နှင့်  
သိပ္ပံပညာစသည့် နယ်ပယ်များတွင် အရေးပါသော အခန်းကဏ္ဍမှ  
ပါဝင်နေပါသည်။



၃။ လောင်ကျွမ်းနိုင်သော ပစ္စည်းများနှင့် ဓာတ်ပြုမှု ပိုက်လိုင်းအတွင်း ကျန်ရှိနေနိုင်သော ဆီချောများ (Lubricants)၊ ဖုန်မှုန့်များ၊ သို့မဟုတ် ဓာတ်ပြုလွယ်သော သတ္တုများ (ဥပမာ— အလူမီနီယံ၊ မဂ္ဂနီစီယမ်) သည် အောက်ဆီဂျင်နှင့် ဓာတ်ပြုကာ ပြင်းထန်သော ဓာတ်ပြုမှု (Violent Oxidation) ဖြစ်စေနိုင်သည်။

၄။ နိုက်ထရိုဂျင်၏ စိတ်ချရမှု နိုက်ထရိုဂျင်သည် Inert Gas (ဓာတ်မပြုသော ဓာတ်ငွေ့) ဖြစ်သဖြင့် လောင်ကျွမ်းမှုကို မပံ့ပိုးပေ။ ထို့ကြောင့် Leak Test တွင် အန္တရာယ်ကင်းစွာ အသုံးပြုနိုင်သည်။

အောက်ဆီဂျင်ကြောင့် ပေါက်ကွဲမှုဖြစ်နိုင်သော အခြေအနေများ ဖိအား ၅၀၀ psi (34.5 bar) ထက်မြင့်ပြီး အပူချိန် ၂၅၀°C ခန့်ရှိပါက ပိုက်လိုင်းအတွင်း လောင်စာနှင့် ပေါင်းစပ်ကာ ပေါက်ကွဲနိုင်သည်။

အပူချိန် ရှုတ်တရက်တက်ခြင်း (ဥပမာ— ပွတ်တိုက်မှုကြောင့် ဖြစ်သော မီးစ) သို့မဟုတ် Static Electricity ကြောင့် မီးလောင်နိုင်သည်။

အကြံပြုချက် Leak Test ပြုလုပ်ရာတွင် အောက်ဆီဂျင်အစား နိုက်ထရိုဂျင် ကို သာအသုံးပြုသင့်ပြီး၊ အောက်ဆီဂျင်ကို အသုံးပြုပါက ပိုက်လိုင်းအား ဆီချောကင်းစင်အောင် သန့်ရှင်းခြင်း၊ ဖိအားကို စနစ်တကျ ထိန်းသိမ်းခြင်း၊ နှင့် လုံခြုံရေးစည်းမျဉ်းများ ကို တင်းကြပ်စွာ လိုက်နာရန် လိုအပ်ပါသည်။

# Frost Bite Problem





# Ammonia Refrigeration System



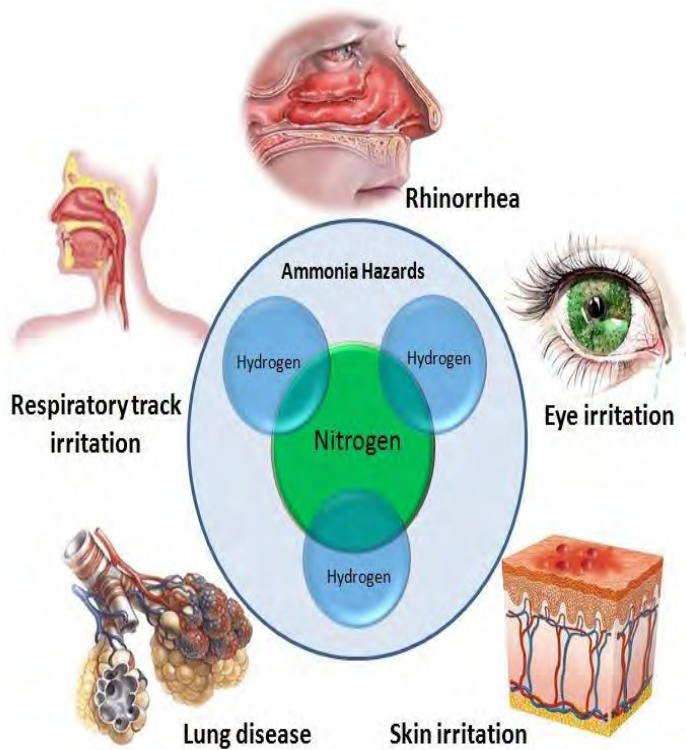
## ANHYDROUS AMMONIA EMERGENCY RESPONSE

AMMONIA

### Release Phases

- Vapor or Trace Gas
- Dense gas
- Aerosol
- Liquid





## Ammonia Kit 1



### AMMONIA KIT 1

A complete kit that provides a high level of splash protection for particles, dust and moisture when working in risk environments involving for example ammonia. The kit consists of a protective overall, a chemical escape hood with carrying bag, insulating gloves and protective boots with steel toe caps and steel mid-soles. Everything is packed in a practical case.

(See more facts about the overall below and on page 6. Parts can be bought separately.)

**Size** Overall S-2XL, Boots 36-48 (Conversion table on last page.)

**Art. No.** 70K47000



- Escape Hood with carrying bag
- Protective Overall
- Boots
- Insulating Gloves
- Case

Resistance Table for overall, according to EN 465		
Chemical substance	Concentration (weight %)	Classification
Sulphuric acid (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	30	4
Sodium hydroxide (NaOH)	50	3
n-Heptane (C <sub>7</sub> H <sub>16</sub> )	100	3
Isopropanol (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O)	100	4
Hydrochloric acid (HCl)	10	4
Ammonia (NH <sub>3</sub> )	25	4



# Ammonia Awareness & Safety Training

---

## Outcomes:

- Better understanding of the hazards associated with Ammonia
- Prevention – exposure, and safety
- Emergency Action Plan
- Evacuation Procedure/Routes
- Manual Alarm Signal Procedure  
(For warehouse and freezer areas)
- Certification





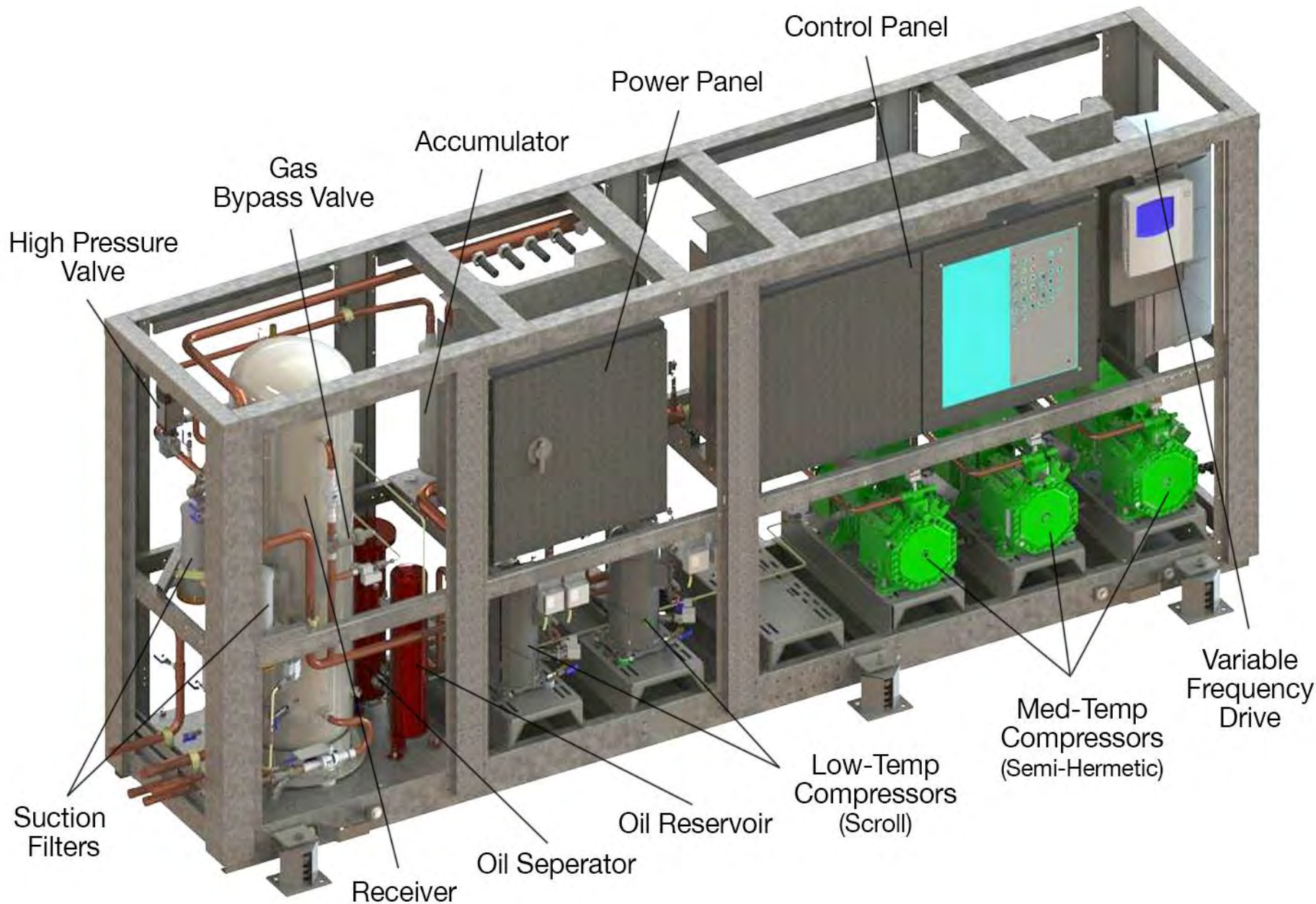




# Demystifying CO<sub>2</sub> Refrigeration

Status	Refrigerant			Other Names/Components	ODP	GWP
	Class	Type	Number			
Past	A1	HCFC	R22	Freon-22	0.055	1810
	A1	HFC	R404A	R125/143a/134a, HP62	0	3922
	A1	HFC	R507A	R125/134a, AZ50	0	3985
Current	A1	HFC	R407A/H	R32/125/134a	0	2107/1495
	A1	HFC	R407F/C	R32/125/134a	0	2088/1744
	A1	HFC	134A	Single Component Refrigerant	0	1430
High Pressure HFC	A1	HFC	R410A	R125/32, AZ-20, Puron	0	2088/6750
Newer Blends	A1	HFO/ HFC	R450A	N13-1234ze/R134a	0	605
	A1	HFO/ HFC	513A	XP10-1234yf/R134a	0	631
	A1	HFO/ HFC	R448A	N40 Honeywell	0	1387
	A1	HFO/ HFC	R449A	XP40 Chemours	0	1397
Natural Fluids	A1	CO <sub>2</sub>	R744	CO <sub>2</sub>	0	1
	B2L	NH <sub>3</sub>	R717	Ammonia	0	<1
	A3	HC	R290	Propane	0	3
	A3	HC	R600a	Isobutane	0	3
	A3	HC	R1270	Propylene	0	2





Control Panel

Power Panel

Accumulator

Gas Bypass Valve

High Pressure Valve

Variable Frequency Drive

Med-Temp Compressors (Semi-Hermetic)

Low-Temp Compressors (Scroll)

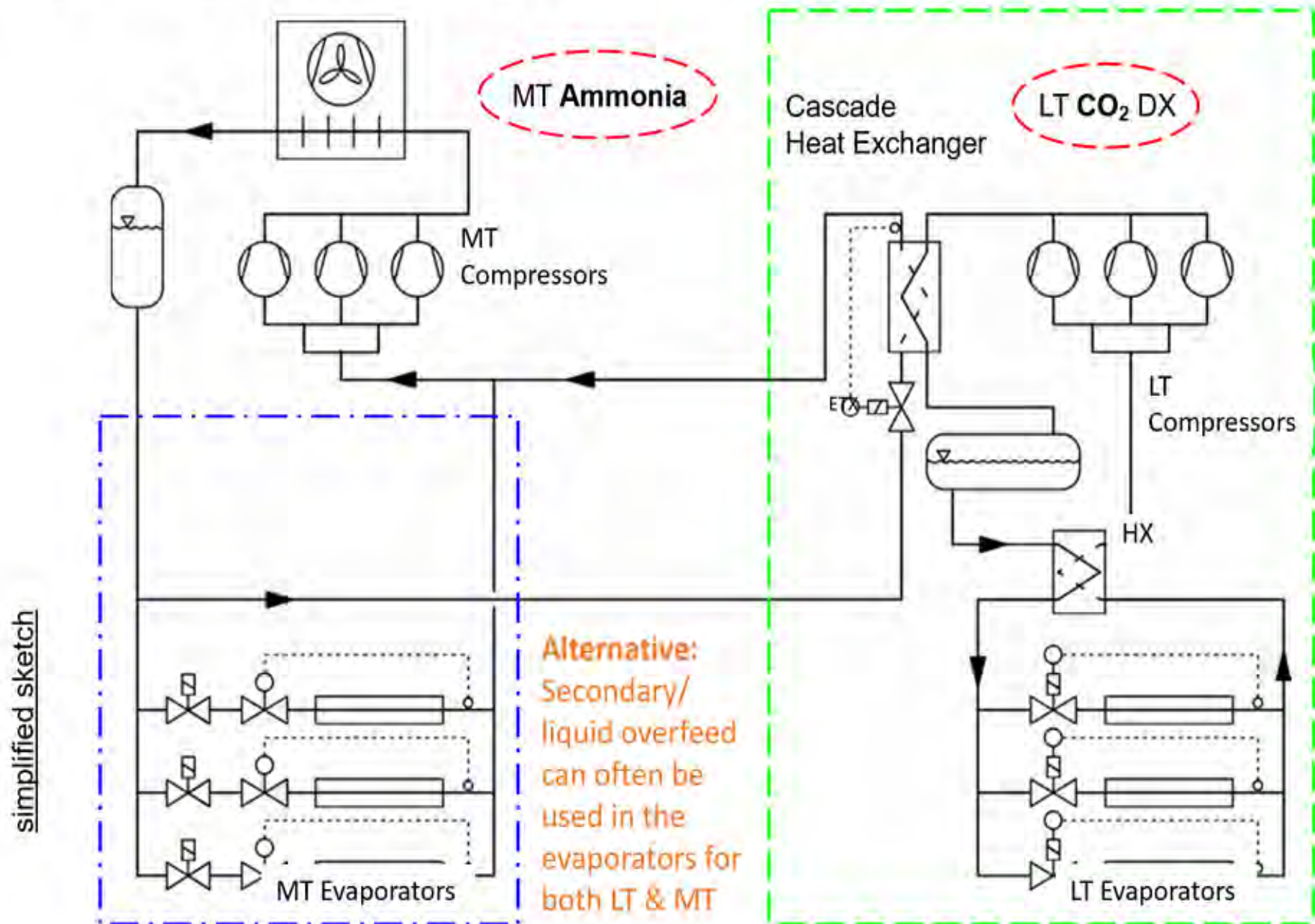
Oil Reservoir

Oil Separator

Receiver

Suction Filters

# CO2 – Cascade (LT subcritical)



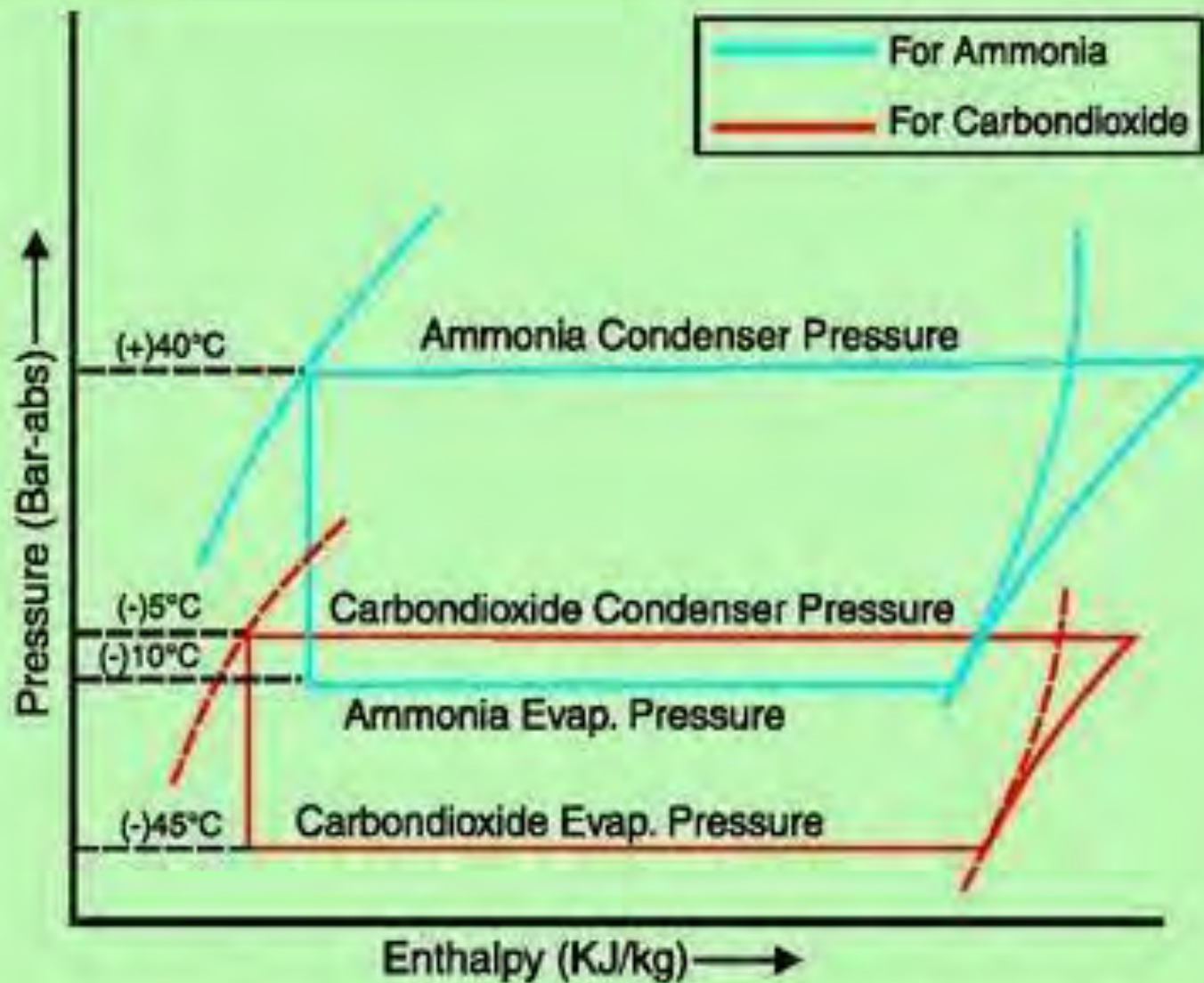
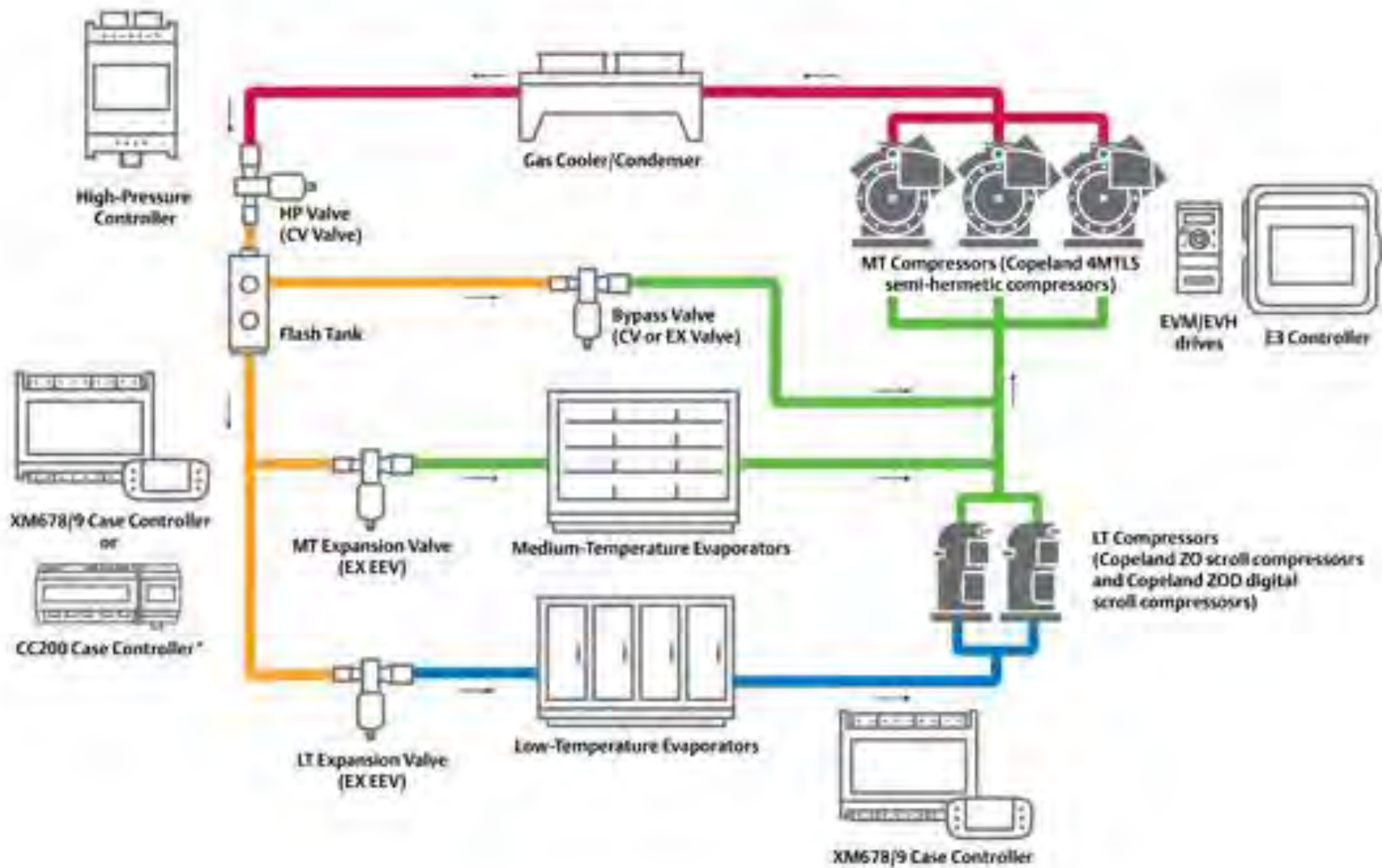


Figure 3 : p-h diagram for NH<sub>3</sub> / CO<sub>2</sub> cascade system



- ၃။ CO<sub>2</sub> ၏ စိန်ခေါ်မှုများ
- (က) စနစ်ဒီဇိုင်းနှင့် ကုန်ကျစရိတ်
- **ဖိအားမြင့်လိုအပ်ချက် : CO<sub>2</sub> သည် အခြားဓာတ်ငွေ့များထက် ဖိအား (Operating Pressure) ၃-၁၀ ဆပိုမြင့်သောကြောင့်၊ ပိုက်လိုင်းနှင့် ပန့်များကို ခိုင်ခံ့စွာတည်ဆောက်ရန် လိုအပ်ပြီး ကုန်ကျစရိတ်မြင့်။**
- အစပိုင်းရင်းနှီးမြှုပ်နှံမှု : ရှိပြီးသော HVAC စနစ်များကို CO<sub>2</sub> သို့ပြောင်းလဲရန် စရိတ်ကြီးမြင့်။
- (ခ) ရာသီဥတုအပေါ် မှီခိုမှု
- အပူပိုင်းဒေသများတွင် စွမ်းဆောင်ရည်ကျဆင်း : Transcritical CO<sub>2</sub> စနစ်များသည် အပူချိန် ၃၀°C အထက်တွင် စွမ်းဆောင်ရည်ကျဆင်းတတ်သော်လည်း၊ နည်းပညာများဖြင့် တိုးတက်လျက်ရှိ။
- (ဂ) **လူသိမှုနှင့် ကျွမ်းကျင်မှုလိုအပ်ချက်**
- နည်းပညာရှင်များ၏အသိပညာ : CO<sub>2</sub> စနစ်များကို ကိုင်တွယ်ရန် အထူးလေ့ကျင့်ထားသော နည်းပညာရှင်များ လိုအပ်။
- ၄။ **လက်ရှိအသုံးပြုမှုနမူနာများ**
- စူပါမားကက်များ : ဥရောပနှင့် ဂျပန်ရှိ စူပါမားကက်များတွင် Transcritical CO<sub>2</sub> စနစ်များကို အများဆုံးအသုံးပြု။
- မော်တော်ယာဉ်များ : ဥရောပထုတ်ကားများတွင် CO<sub>2</sub>-based ရေခဲသေတ္တာများကို စမ်းသပ်အသုံးပြု။
- စက်မှုအအေးစနစ်များ : စားသောက်ကုန်လုပ်ငန်းနှင့် ဆေးဝါးလုပ်ငန်းများတွင် CO<sub>2</sub> ကို လုံခြုံမှုအရအသုံးပြု။



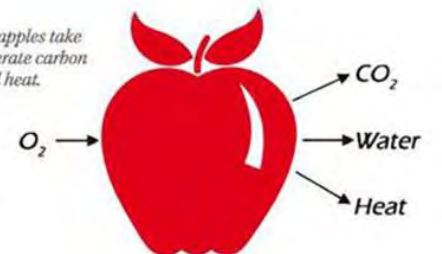
**Control Atmosphere (CA)**

**Design**



*CA storage makes it possible to buy crisp, juicy apples year round.*

*Apple respiration: apples take in oxygen and generate carbon dioxide, water, and heat.*



*Storage Control Systems Inc's CO<sub>2</sub> scrubber called the Series II Smart Scrubber.*

Typical CA Parameters (ပုံပမာ) – Apple Storage

Parameter	Typical Value
Temperature	0°C – 4°C Relative
Humidity	90–95%
Oxygen (O <sub>2</sub> )	1% – 3%
Carbon Dioxide (CO <sub>2</sub> )	1% – 5%
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	Balance

CA Storage မှာ **Nitrogen (N<sub>2</sub>) – Balance** လို့ ပြောတဲ့အခါ အဓိပ္ပါယ်က – **Oxygen (O<sub>2</sub>)** နဲ့ **Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>)** မဟုတ်တဲ့ ကျန်ရှိတဲ့ Gas အားလုံးကို **Nitrogen** က ဖြည့်ထားတာ ကို ဆိုလိုပါတယ်။

**သာမန် လေထု (Normal Air)**  
 လေထုထဲမှာ gas ပါဝင်မှုက—

**O<sub>2</sub> = 21%**

**N<sub>2</sub> = 78%**

**CO<sub>2</sub> ≈ 0.04%**

အခြား gas အနည်းငယ်

**CA Storage ထဲမှာ**

Apple CA Storage မှာ—

**O<sub>2</sub> ကို 1–3% ထိ လျှော့ချထားသည်**

**CO<sub>2</sub> ကို 1–5% ထိ ထိန်းချုပ်ထားသည်**

ကျန်တဲ့ percentage ကို **Nitrogen (N<sub>2</sub>)** က ဖြည့်ပေးသည်

ဒါကြောင့်—

O<sub>2</sub> + CO<sub>2</sub> ကို နှိမ်လိုက်ပြီး ကျန်တဲ့ space ကို N<sub>2</sub> က “Balance” လုပ်ပေးတာ ဖြစ်ပါတယ်။

## **System Components**

### **1. Insulated CA Room**

- High density PUF panel (100–150 mm)
- Vapor barrier sealed
- Airtight doors
- Floor insulation

### **2. Refrigeration System**

- Low temperature chiller unit
- Precise temperature control ( $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ )
- Humidity control (humidifier)

### **3. Gas Control System**

- Nitrogen Generator (PSA type)
- CO<sub>2</sub> Scrubber (Activated carbon / Lime scrubber)
- O<sub>2</sub> Sensor
- CO<sub>2</sub> Sensor
- Automatic control panel

### **4. Air Circulation System**

- Evaporator fans
- Uniform gas distribution

## Basic Design Calculation Steps

### Step 1: Room Volume

$$Volume = Length \times Width \times Height$$

### Step 2: Product Load Calculation

Respiration heat ကို ထည့်တွက်ရမည်။

Apple respiration heat (0–4°C)  $\approx$  3–10 W/ton (approx)

### Step 3: Cooling Load

Total load includes:

- Product load
- Transmission load
- Infiltration load
- Lighting load
- Fan load

### Step 4: Gas Tightness Requirement

- Leakage rate < 0.1% volume per day
- Pressure test required
- Door gasket sealing
- Joint sealing with silicone

## Step 5: Oxygen Reduction Process

Two common methods:

### A) Nitrogen Flushing

- N<sub>2</sub> injected
- O<sub>2</sub> displaced

### B) Membrane Nitrogen Generator

- On-site production
- More economical for large storage

## 5) Example Design Concept (Sample)

Assume:

- Capacity: 500 Tons Apple
- Room size: 30m × 20m × 6m

Design Targets:

- Temp: 2°C
- RH: 92%
- O<sub>2</sub>: 2%
- CO<sub>2</sub>: 3%

Recommended Equipment:

- 1–2 TR precision refrigeration system
- Nitrogen generator (sized for 2–3% O<sub>2</sub> control)
- CO<sub>2</sub> scrubber capacity based on respiration rate
- PLC automatic gas control

## 6) Safety Considerations

⚠ Low oxygen environment is dangerous for humans.

- Oxygen monitoring alarm

# Apple Controlled Atmosphere (CA) Storage – Real Project

## Example

Controlled Atmosphere Storage ကို အသုံးပြုပြီး Apple များကို 6–10 လအထိ အရည်အသွေး ထိန်းသိမ်းနိုင်သော Commercial CA Cold Store Project Example ကို အောက်တွင် ဖော်ပြထားသည်။

## Project Overview (Example Case)

**Location:** Temperate climate export facility

**Capacity:** 1,000 Metric Tons (Apple)

**Storage Type:** Long-term CA Storage

**Purpose:** Export market (off-season supply)

### 1) Room Design Data

#### Storage Capacity

- Total Apple: **1,000 Tons**
- Palletized storage

#### Room Size (Example)

- Length: 40 m
- Width: 25 m
- Height: 8 m
- Total Volume  $\approx 8,000 \text{ m}^3$

## Design Conditions

Parameter	Value
Temperature	1°C – 2°C
Relative Humidity	90–95%
Oxygen (O <sub>2</sub> )	1.5 – 2%
Carbon Dioxide (CO <sub>2</sub> )	2 – 3%
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	Balance

## **Refrigeration System Design**

### **Cooling Load Considerations**

Main loads:

- Product respiration heat
- Transmission load (insulated panels)
- Infiltration load (door opening)
- Fan motor heat
- Lighting load

### **Typical Installed Capacity (for 1,000 tons CA)**

- Approx **25–35 kW refrigeration capacity**
- Low-temperature evaporator
- Precision temperature control  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
- Humidification system included

## **4) Gas Control System Design**

### **A) Nitrogen Generation System**

Most common solution:

#### **PSA Nitrogen Generator**

- Capacity:  $\sim 50\text{--}80 \text{ Nm}^3/\text{hr}$  (depends on room leakage &  $\text{O}_2$  control speed)
- Purity: 95–99%  $\text{N}_2$
- Used for initial  $\text{O}_2$  reduction

## **B) CO<sub>2</sub> Control System**

Apple respiration produces CO<sub>2</sub>.

Therefore:

### **•CO<sub>2</sub> Scrubber Unit**

- Activated carbon or lime-based absorber
- Automatic CO<sub>2</sub> monitoring
- Keeps CO<sub>2</sub> at 2–3%

## **C) Monitoring System**

Must include:

- O<sub>2</sub> Sensor (Continuous)
- CO<sub>2</sub> Sensor
- Temperature Sensors
- Humidity Sensor
- PLC Control Panel
- Alarm System
- Data logging system

## **5) Construction Specification**

### **Insulation**

- PUF Panel: 120–150 mm
- Floor insulation included
- Vapor barrier sealing

### **Airtight Requirement**

- Leakage rate < 0.1% volume/day
- Special CA door with inflatable gasket
- Pressure test before commissioning

## **6) Operation Process**

### **Step 1: Loading**

- Apples pre-cooled to 0–2°C
- Rapid loading into sealed room

### **Step 2: Oxygen Reduction**

- Nitrogen injection
- O<sub>2</sub> lowered from 21% → 2%

### **Step 3: Stabilization**

- CO<sub>2</sub> controlled automatically
- Temperature maintained

### **Step 4: Long-Term Storage**

- 6–10 months storage possible

## **Safety Design**

Because O<sub>2</sub> is very low:

- Oxygen alarm outside room
- Emergency ventilation fan
- Door interlock system
- Warning lights
- Training for operators

## **Summary**

A Real Apple CA Storage Project requires:

- ✓ Airtight insulated room
- ✓ Precision refrigeration system
- ✓ Nitrogen generation system
- ✓ CO<sub>2</sub> control system
- ✓ Continuous gas monitoring
- ✓ PLC automation

It is a high-investment but high-return technology for export-oriented agriculture.

## **Humidity Control System**

Fresh Produce အတွက်:

- RH 85–95% (Product Dependent)
- Humidifier System
- Defrost Control Optimization

Low humidity ဖြစ်လျှင်:

- Weight Loss
- Shrinkage
- Quality Degradation

## **Pre-Cooling System (Export Critical)**

**Methods:**

- Forced Air Cooling
- Hydro Cooling
- Vacuum Cooling
- CA Pre-conditioning

Pre-cooling မလုပ်ဘဲ Storage ထဲတန်းထည့်ခြင်း  
မလုပ်သင့်ပါ။

## **Controlled Atmosphere (Optional for Export)**

For Apple, Pear, etc.

Gas Control:

- O<sub>2</sub> Reduction
- CO<sub>2</sub> Control
- Nitrogen Balance

Shelf Life တိုးမြှင့်နိုင်သည်။

Area

Requirement

Temperature Control

$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  Accuracy

Humidity Control

Product Specific

Documentation

Full Traceability

Certification

HACCP / ISO 22000P

Power Backup

100% Backup

Hygiene

GMP Standard

# Design of Cool Storage



**Apple Export Cool Storage** is designed to keep apples fresh for long-distance export by controlling:

- **Temperature**
- **Relative Humidity (RH)**
- **Air circulation**
- **Oxygen (O<sub>2</sub>) & Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>)** (for CA storage)

For export, there are usually **two main systems**:

- 1. Conventional Cold Storage (Chilled Room)**
- 2. Controlled Atmosphere (CA) Storage** – for long-term export quality

### **Recommended Storage Conditions for Apples** **Standard Cold Storage**

- **Temperature: 0°C to +2°C**
- **Relative Humidity: 90–95%**
- **Air circulation: Uniform airflow across pallets**

### **Controlled Atmosphere (CA) Storage (Export Grade)**

**Temperature: 0°C to +1°C**

**Oxygen (O<sub>2</sub>): 1–3%**

**Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>): 1–3%**

**Nitrogen (N<sub>2</sub>): Balance gas**

**RH: 90–95%**

CA storage slows down:

- Respiration
- Ripening
- Oxidation
- Mold growth

## **Basic Export Cold Room Design Layout**

### **Room Structure**

- PUF Sandwich Panels (100–150mm thickness)**
- Floor insulation with **Vapour Barrier + XPS**
- Double insulated doors (air-tight)

### **Storage System**

- Pallet racking (recommended for export)
- Allow air gap between pallets
- Avoid direct wall contact

### **Cooling System**

- Evaporator unit with:
  - Low air velocity
  - Even air distribution
- Refrigerant options:
  - R404A (older)
  - R448A / R449A
  - CO<sub>2</sub> system (advanced export)

## **Pre-Cooling System (Very Important)**

Before storage, apples must be **pre-cooled quickly**:

### **Options:**

- **Forced Air Cooling** (most common)
- Hydro Cooling (less common for apples)
- Room Cooling (slow method)

Target:

Bring fruit temperature from field (~25–35°C) down to **0–2°C within 24 hours**

## **CA System Components**

For export-grade storage:

- Gas tight room
- O<sub>2</sub> / CO<sub>2</sub> sensors
- Nitrogen generator (N<sub>2</sub>)
- CO<sub>2</sub> scrubber
- Pressure relief valves
- Automatic gas control panel

Purpose:

Maintain controlled gas levels to extend storage life up to **6–12 months**

## **Example Design Calculation (Sample)**

### **Example:**

- Room Size: 30m × 20m × 6m
- Storage Capacity: ~400–600 tons apples

### **Typical Cooling Load Includes:**

- Product load
- Wall heat gain
- Fresh air load
- Lighting load
- Respiration heat (important for apples)

Apple respiration heat must be calculated for export design.

### **Export Quality Requirements**

For international export:

Maintain cold chain from farm → pre-cooling → storage → transport

Use data loggers

HACCP compliance

Good hygiene design

Pest control system

Standards often follow:

- ISO food safety
- Global G.A.P.
- Export country regulations

## Difference: Cold Storage vs CA Storage

Feature	Cold Storage	CA Storage
Cost	Lower	Higher
Storage Period	2–4 months	6–12 months
Gas Control	No	Yes
Export Quality	Medium	High
Investment	Moderate	High

# Design Example

## အရေးကြီးသော အချက်များ

Cool Storage Design မှာ ထည့်သွင်းတွက်ချက်ရမည့်အရာများ —

- Heat load (အပူဝင်မှု)
- Insulation thickness
- Air change rate (ACH)
- Humidity control
- Door opening loss
- Product load
- Lighting load
- Outside design temperature

### Example Condition (ဥပမာ သတ်မှတ်ချက်များ)

- Room Size = **20 m × 10 m × 6 m**
- Volume = 1,200 m<sup>3</sup>
- Inside Temperature = **2°C**
- Outside Temperature = **40°C**
- Relative Humidity Outside = 80%
- Product Load = **10,000 kg/day (Apple)**
- Operation = 24 hr/day

### Heat Load Calculation (Total Cooling Load)

Cooling Load =

**Wall Load + Product Load + Infiltration Load + Internal Load**

### (A) Transmission Load (Wall Heat Gain)

Formula:

$$Q = U \times A \times \Delta T$$

Assume:

- U-value (PU Panel 100mm) = **0.25 W/m<sup>2</sup>K**
- Total Surface Area ≈ 600 m<sup>2</sup>
- $\Delta T = 40 - 2 = \mathbf{38 K}$

$$Q = 0.25 \times 600 \times 38$$

$$Q = 5700W = 5.7kW$$

## (B) Product Cooling Load

Apple Specific Heat  $\approx 3.6$  kJ/kg·K

Assume:

- Incoming product temperature = 30°C
- Final storage = 2°C
- $\Delta T = 28$  K
- Mass = 10,000 kg/day

Formula:

$$Q = m \times C_p \times \Delta T$$

$$Q = 10,000 \times 3.6 \times 28$$

$$Q = 1,008,000 \text{ kJ/day}$$

Convert to kW:

$$1,008,000 \div 3600 = 280 \text{ kWh/day}$$

Average Load:

$$280 \div 24 = 11.7 \text{ kW}$$

## (C) Infiltration Load (Air Leakage)

Assume air change = 0.5 ACH

$$Q = \rho \times V \times C_p \times \Delta T$$

Approximate result:

$\approx 8$  kW

(High humidity area  $\rightarrow$  latent load included)

## (D) Internal Load

- Lighting = 2 kW
- Fan Motor = 3 kW

## Total Cooling Load

Source      kW

Wall Load    5.7

Product Load 11.7

Infiltration   8

Internal      6

**Total        31.4 kW**

Add 10% Safety Factor:

$$31.4 \times 1.1 = 34.5kW$$

## Convert to Refrigeration Ton (TR)

$$1TR = 3.517kW$$

$$34.5 \div 3.517 = 9.8TR$$

Required System  $\approx$  **10 TR**

## Compressor Power Calculation

Assume COP = 3.0

$$\text{ElectricalPower} = \text{CoolingLoad} \div \text{COP}$$

$$34.5 \div 3$$

$$= 11.5kW$$

## Daily Energy Consumption

$$11.5kW \times 24hr$$

$$= 276kWh/day$$

Monthly:

$$276 \times 30$$

$$= 8,280kWh/month$$

## Energy Saving Comparison

If:

- Inverter Compressor
- Good Insulation
- Floating Head Pressure

COP = 4.0 ဖြစ်ပါက:

$$34.5 \div 4 = 8.6kW$$

Daily:

$$8.6 \times 24 = 206kWh/day$$

Saving:

$$276 - 206 = 70kWh/day$$

≈ **25% Energy Saving**

### Final Summary

For this example cold room:

- Cooling Capacity Required ≈ **10 TR**
- Compressor Power ≈ **11–12 kW**
- Daily Energy ≈ **250–280 kWh**
- Good Design ဖြင့် **20–30% Energy Saving** ရရှိနိုင်သည်။

**Energy Saving Concept**

**And**

**Practices for Cool storage**

# Cool Storage အတွက် Energy Saving Concept & Practice (စွမ်းအင် ချွေတာနည်းများ)

Cool Storage (အအေးခန်း) စနစ်များသည် လျှပ်စစ်စွမ်းအင် အသုံးပြုမှု အများဆုံး ဖြစ်နိုင်သော စနစ်များဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် ဒီဇိုင်း၊ လည်ပတ်မှုနှင့် ထိန်းသိမ်းမှု အဆင်တိုင်းတွင် စွမ်းအင်ချွေတာမှုကို ထည့်သွင်းစဉ်းစားရပါမည်။

## Building Design Concept (အဆောက်အဦးဒီဇိုင်း)

### (a) Insulation အရည်အသွေးမြင့်ခြင်း

- PU Panel / PIR Panel ကဲ့သို့သော အထူလုံလောက်သော အကာအကွယ်ပစ္စည်းများ အသုံးပြုရန်
- Wall, Ceiling, Floor တွင် **U-value နိမ့်စေရန်**
- Cold bridge (အပူဝင်လမ်းကြောင်း) မရှိအောင် ဒီဇိုင်းလုပ်ရန်  
Insulation ကောင်းလျှင် Compressor Load လျော့နည်းသည်။

### **(b) Air Leakage လျှော့ချခြင်း**

- Door sealing ကောင်းမွန်ရန်
  - Rapid Roll Door / PVC Strip Curtain အသုံးပြုရန်
  - Air lock room ထားရှိရန်
- အပြင်လေဝင်လျှင် Humidity Load မြင့်တက်ပြီး Energy ပိုသုံးရသည်။

### **Refrigeration System Design**

#### **(a) High Efficiency Compressor**

- Inverter (Variable Speed Drive – VSD) Compressor

အသုံးပြုရန်

- Load အလိုက် အမြန်နှုန်း ပြောင်းနိုင်ခြင်း
- Part-load အခြေအနေတွင် စွမ်းအင် သိသိသာသာ လျော့နည်းစေသည်။

#### **(b) Floating Head Pressure Control**

Outdoor temperature နိမ့်ချိန်တွင် Condensing Pressure လျှော့ချခြင်း

Head Pressure ကို အလိုအလျောက် ချိန်ညှိခြင်း

Compressor Power သက်သာစေသည်။

### (c) Efficient Evaporator Design

- Proper coil sizing
- High COP system
- Correct Superheat setting

### Temperature & Humidity Control

#### (a) Proper Set Point

- မလိုအပ်ဘဲ အလွန်အေးအောင် မထားရန်  
(ဥပမာ 2°C လိုအပ်လျှင် 0°C မထားရန်)  
1°C လျော့ချတိုင်း Energy သိသာစွာ တက်နိုင်သည်။

#### (b) Defrost Optimization

- Electric defrost များကို Timer/Temperature based ထိန်းချုပ်ရန်
- လိုအပ်သည့်အချိန်တွင်သာ Defrost လုပ်ရန်

#### Heat Load Reduction (အပူဝင်မှ လျော့ချခြင်း)

- Loading/unloading အချိန်ကို လျော့ချရန်
- Pre-cooling room အသုံးပြုရန်
- Product များကို အအေးခန်းထဲမထည့်မီ အပူလျော့ချရန်  
Product Load လျော့သွားလျှင် Compressor Energy လျော့မည်။

## Lighting System

- LED Lighting အသုံးပြုရန်
- Motion Sensor ထည့်သုံးရန်
- အလင်းမလိုအပ်ချိန် ပိတ်ထားရန်

## Smart Control System

- PLC / Building Management System (BMS)
- Temperature Data Logging
- Remote Monitoring  
System ကို အမြဲအကောင်းဆုံး အခြေအနေတွင် ထိန်းသိမ်းနိုင်သည်။

## Regular Maintenance

- Condenser coil သန့်ရှင်းခြင်း
- Evaporator frost စစ်ဆေးခြင်း
- Refrigerant leak မရှိစေရန် စစ်ဆေးခြင်း
- Fan motor bearing maintenance  
Dirty coil = Power consumption တက်ခြင်း။

Concept

Practice

Insulation

PU Panel, Low U-value

Compressor

Inverter type

Control

Floating head

pressure Door System

Air lock + sealing

Lighting

LED + Sensor

Maintenance

Regular cleaning

Operation

Proper set temperature

**Standard and Guidelines**

**And**

**Export Facility**

- လိုက်နာရမည့် စံချိန်စံညွှန်းများ

- 1. ISO Standards

- **ISO 22000:** အစားအသောက်ဘေးကင်းရေး စီမံခန့်ခွဲမှုစနစ် (HACCP နှင့်ပေါင်းစပ်)။

- 2. FDA/FSMA (US)

- **Food Safety Modernization Act (FSMA):** သစ်ညှမ်းမှုကို ကာကွယ်ရန် စက်ရုံဒီဇိုင်း၊ လေထုထိန်းသိမ်းမှု၊ သန့်ရှင်းရေးလုပ်ငန်းစဉ်များ။

- **21 CFR Part 117:** GMP (Good Manufacturing Practices) စံချိန်များ။

- 3. EU Regulations

- **EC No 852/2004:** အစားအသောက်သန့်ရှင်းရေးဆိုင်ရာ ဥပဒေများ။

- **BRCGS (British Retail Consortium) & IFS (International Featured Standards):** နိုင်ငံတကာဈေးကွက်ဝင်ရန် လိုအပ်သော လက်မှတ်များ။

## Cold Chain Management

Export အတွက် အရေးကြီးဆုံးအချက်ဖြစ်သည်။

• **Harvest → Pre-cooling → Cold Storage → Transport →**

Destination Cold Room

- Temperature Break မဖြစ်ရ
- Refrigerated Truck အသုံးပြုခြင်း
- Data Logger ဖြင့် Monitoring

### 5) Pre-Cooling System

တင်ပို့မည့် သစ်သီးများကို Storage ထဲမထည့်ခင်:

- Forced Air Cooling
  - Hydro Cooling
  - Vacuum Cooling (Leafy vegetables)
- Pre-cooling မလုပ်ပါက Shelf Life လျော့နည်းနိုင်သည်။

### 6) Packaging Standard

- Food Grade Packaging
- Ventilated Crates
- Moisture Control
- Labeling (Batch No, Date, Origin, Temp Requirement)

Export အတွက်:

- International Organization for Standardization (ISO labeling requirements)
- Country-specific import regulations လိုက်နာရန်

## 7) Traceability System

- Product Origin မှ Destination အထိ Tracking
- Batch Control System
- Recall Procedure ရှိရမည်
- Barcode / QR System အသုံးပြုနိုင်

## 8) Facility Design Guideline

### HVAC & Cold Room Design

- Insulated Panel (PU Panel, 100mm–150mm)
- Proper Vapor Barrier
- Airflow Uniform Distribution
- Avoid Dead Zone
- Door Air Curtain / Strip Curtain

### Cleanliness Standard

- Good Manufacturing Practice
- Food Processing Area Separation
- Air Pressure Control (Positive Pressure for clean area)

## 9) Environmental & Refrigerant Compliance

- Low GWP Refrigerant
- Ozone Friendly System
- Energy Efficient Design
- Leak Detection System

### Documentation & Audit Requirement

Export Facility များအတွက်:

- SOP (Standard Operating Procedure)
- Cleaning Record
- Temperature Record
- Calibration Certificate
- Internal Audit
- Third Party Certification

### Export အတွက် အရေးကြီးဆုံး ၅ ချက်

- 1.HACCP Implement လုပ်ထားရမည်
- 2.Temperature Continuous Monitoring
- 3.Cold Chain Break မရှိရ
- 4.Traceability System ရှိရမည်
- 5.International Standard Certification ရှိရမည်