

فناوری پس از برداشت ۶

Postharvest handling for fruits and vegetables:

1- Precooling

2- Heat treatment

Operations prior to packaging

- Fruits and vegetables are subjected to preliminary treatments designed to improve appearance and maintain quality. These preparatory treatments include precooling, cleaning, disinfection, degreening, grading, waxing, and adding of colour (some includes brand name stamping on individual fruits).

Precooling

روشهای خنک کردن اولیه:

- ۱- خنک کردن در انبار: Room cooling
- ۲- خنک کردن با هوای فشرده (هوای سریع): (Pressure cooling) & Forced air cooling
- ۳- خنک کردن با آب: Hydro cooling & Cold water
- ۴- خنک کردن با یخ: (تماسی) Ice cooling & Contact icing
- ۵- خنک کردن با تبخیر: Evaporative cooling
- ۶- خنک کردن در خلاء: Vacuum cooling

روشهای مختلف پری کولینگ

این روش ها بر حسب نوع محیط سرد کننده عبارتند از:

۱- روشهایی که از هوا به عنوان محیط سرد کننده استفاده می کنند، مثل ایرکولینگ (Air Cooling)

۲- روشهایی که از آب به عنوان محیط سرد کننده استفاده می کنند، مثل هیدروکولینگ (Hydro Colling)

۳- روش هایی که از یخ به عنوان محیط سرد کننده استفاده می کنند، مثل تاپ آیسینگ (Top Icing)

۴- روشهایی که در آن از خلاء استفاده می شود، مثل وکیوم کولینگ (Vaccum Cooling)

انتخاب روش مناسب برای سرد کردن محصولات بستگی به عوامل زیر دارد:

۱- دمای محصول هنگام برداشت

۲- فیزیولوژی محصول

۳- عمر نگهداری لازم و مطلوب

برای محصولاتی مثل سیب زمینی، سیب زمینی شیرین، پیاز و یام که به عمل کیورینگ (Curing) در دمای بالاتر

از دمای نگهداری نیاز دارند، معمولاً پری کولینگ به کار نمی رود.

روشهای مختلف سرد کردن میوه ها و سبزی ها

Room Cooling

۱- سرد کردن در اتاق یا انبار

Forced Air Cooling

۲- سرد کردن به وسیله هوای سرد
فشرده

Hydro- Cooling

۳- سرد کردن به وسیله آب

Packing Icing

۴- سرد کردن به وسیله یخ

Vacuum Cooling

۵- سرد کردن به وسیله خلاء

الف- سرد کردن قبل از انبار کردن یا حمل و نقل

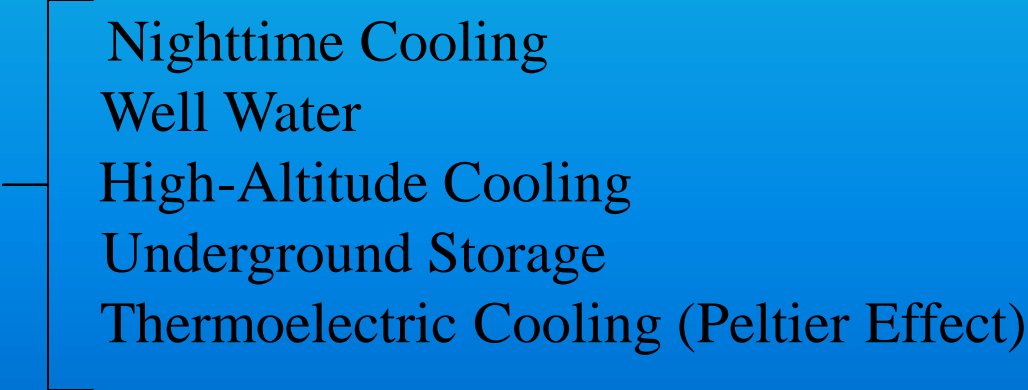
۱- Top Icing

۲- Channal Icing

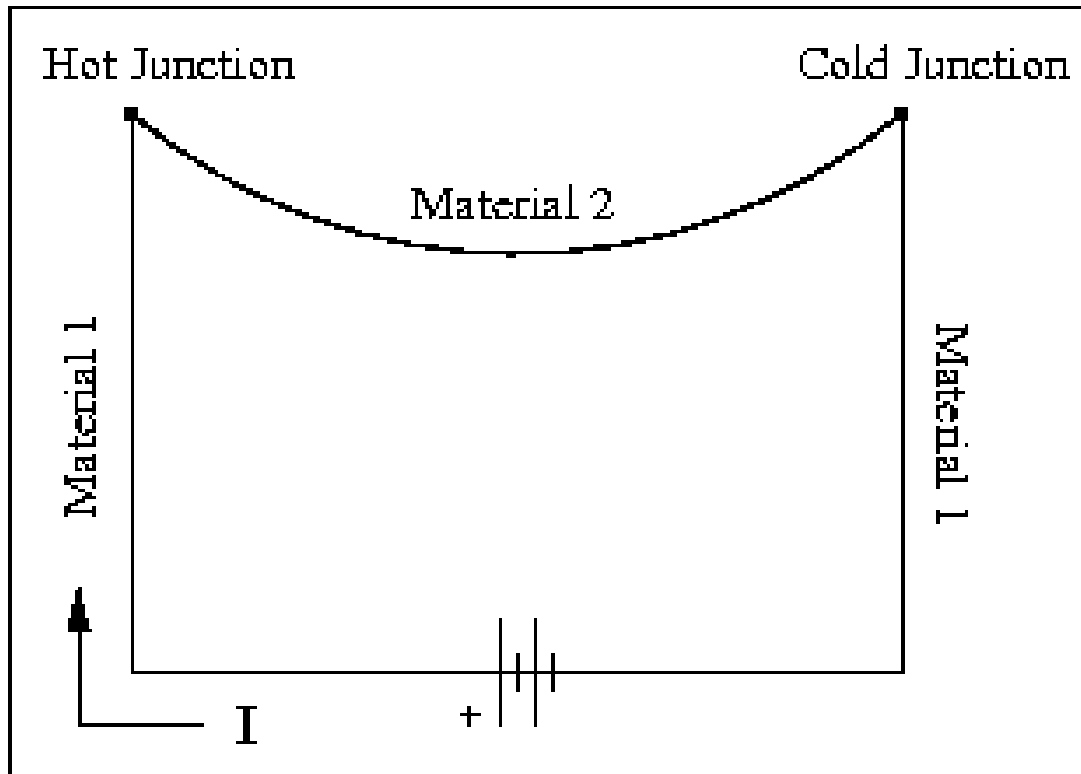
۳- Mechanical refrigeration

ب- سرد کردن در مدت حمل و نقل

COOLING AND REFRIGERATION

- Room Cooling
 - Mechanical Refrigeration
 - Calculating Refrigeration Requirements
 - Evaporative Cooling
 - Carbon Dioxide Cooling
 - Alternative Methods
- 
- Nighttime Cooling
 - Well Water
 - High-Altitude Cooling
 - Underground Storage
 - Thermoelectric Cooling (Peltier Effect)

Schematic Diagram of the Peltier Effect



Based on figure from <http://www.tf.uni-kiel.de/matwis/amat/elmat_en/kap_2/backbone/t2_3_3.html>

Precooling

- Fruit is precooled when its temperature is reduced from 3 to 6°C and is cool enough for safe transport. Precooling may be done with cold air, cold water (hydrocooling), direct contact with ice, or by evaporation of water from the product under a partial vacuum (vacuum cooling). A combination of cooled air and water in the form of a mist called hyraircooling is an innovation in cooling of vegetables.

Hydrocooling

- The transmission of heat from a solid to a liquid is faster than the transmission of heat from a solid to a gas. Therefore, cooling of crops with cooled water can occur quickly and results in zero loss of weight. To achieve high performance, the crop is submerged in cold water, which is constantly circulated through a heat exchanger. When crops are transported around the packhouse in water, the transport can incorporate a hydrocooler. This system has the advantage where in the speed of the conveyer can be adjusted to the time required to cool the produce. Hydrocooling has a further advantage over other precooling methods in that it can help clean the produce. Chlorinated water can be used to avoid spoilage of the crop. Hydrocooling is commonly used for vegetables, such as asparagus, celery, sweet corn, radishes, and carrots, but it is seldom used for fruits.



FIG. 9.31 Immersion hydrocooling of green beans.

TABLE 4.2 HALF-COOLING TIMES FOR APPLES IN 18 KILOGRAM BOXES

COOLING METHOD	Z(h)	
	APPLES LOOSE IN BOX	APPLES WRAPPED AND PACKED
Conventional cool room	12	22
Tunnel, air velocity 200–400 m/min	4	14
High speed jet cooling, air velocity 740 m/min	0.75	
Hydrocooling (loose fruit)	0.33	
Single fruit air velocity 40 m/min	1.25	
air velocity 400 m/min	0.5	

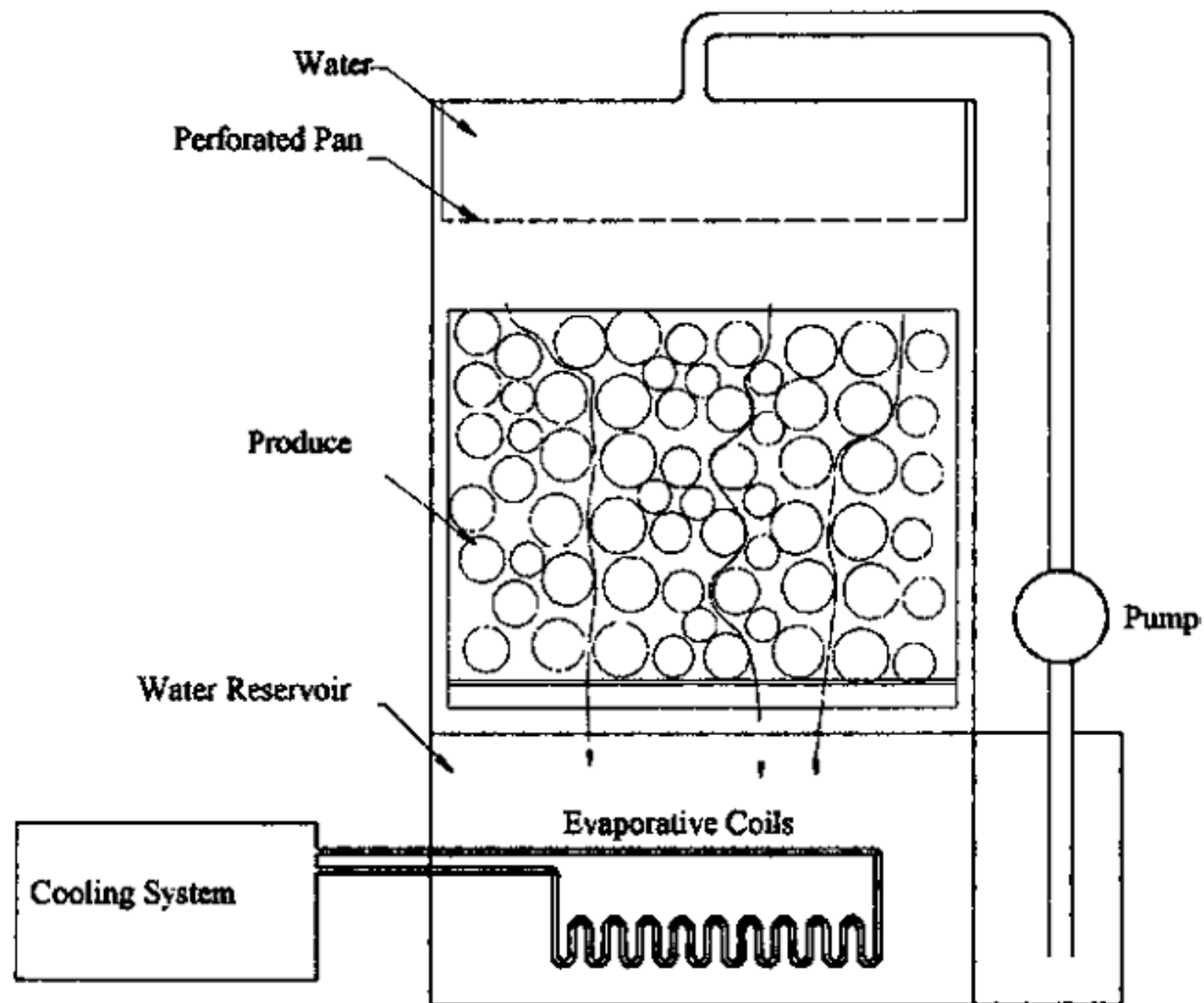


Fig. 1 Schematic view of a shower-type hydrocooler.



A commercial hydrocooler in Georgia

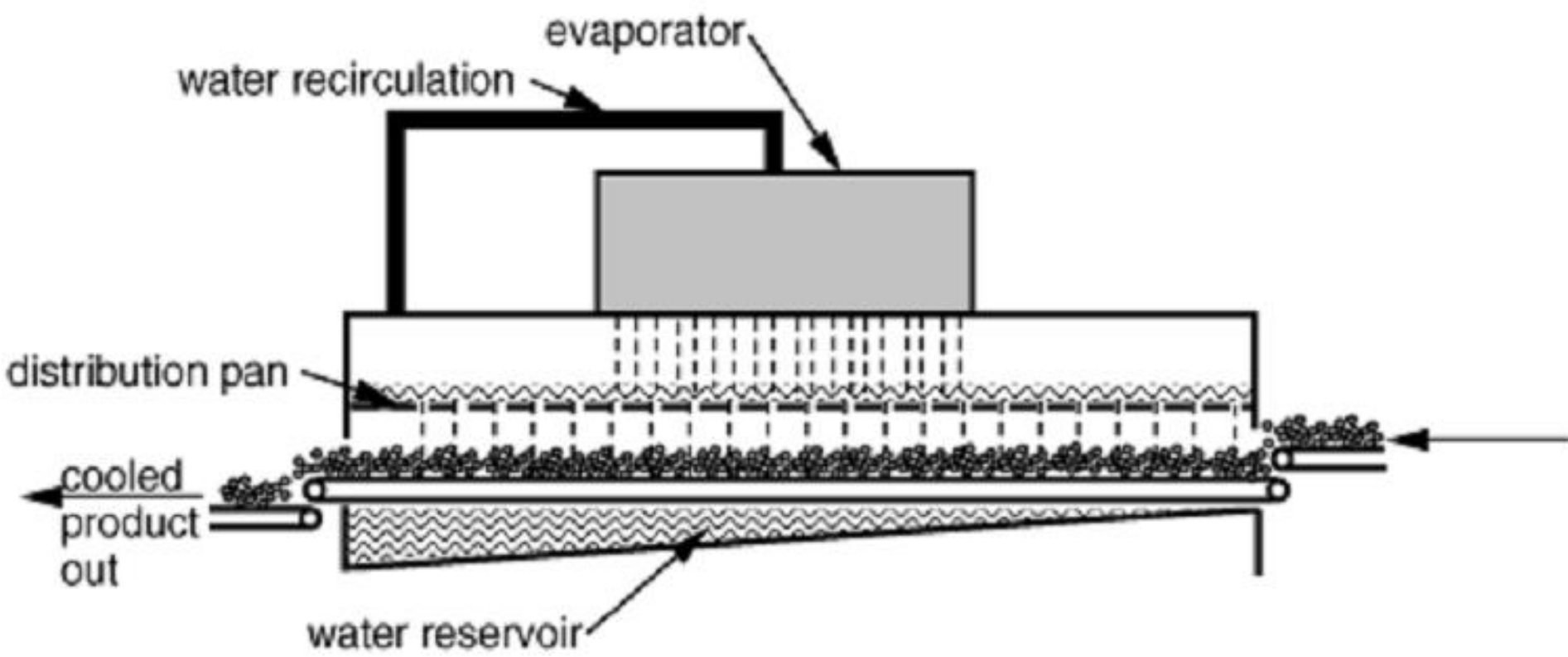


Figure 4. Cut-away side view of a continuous-flow shower-type hydrocooler.



FIG. 9.30 Shower hydrocooling of sweet corn.

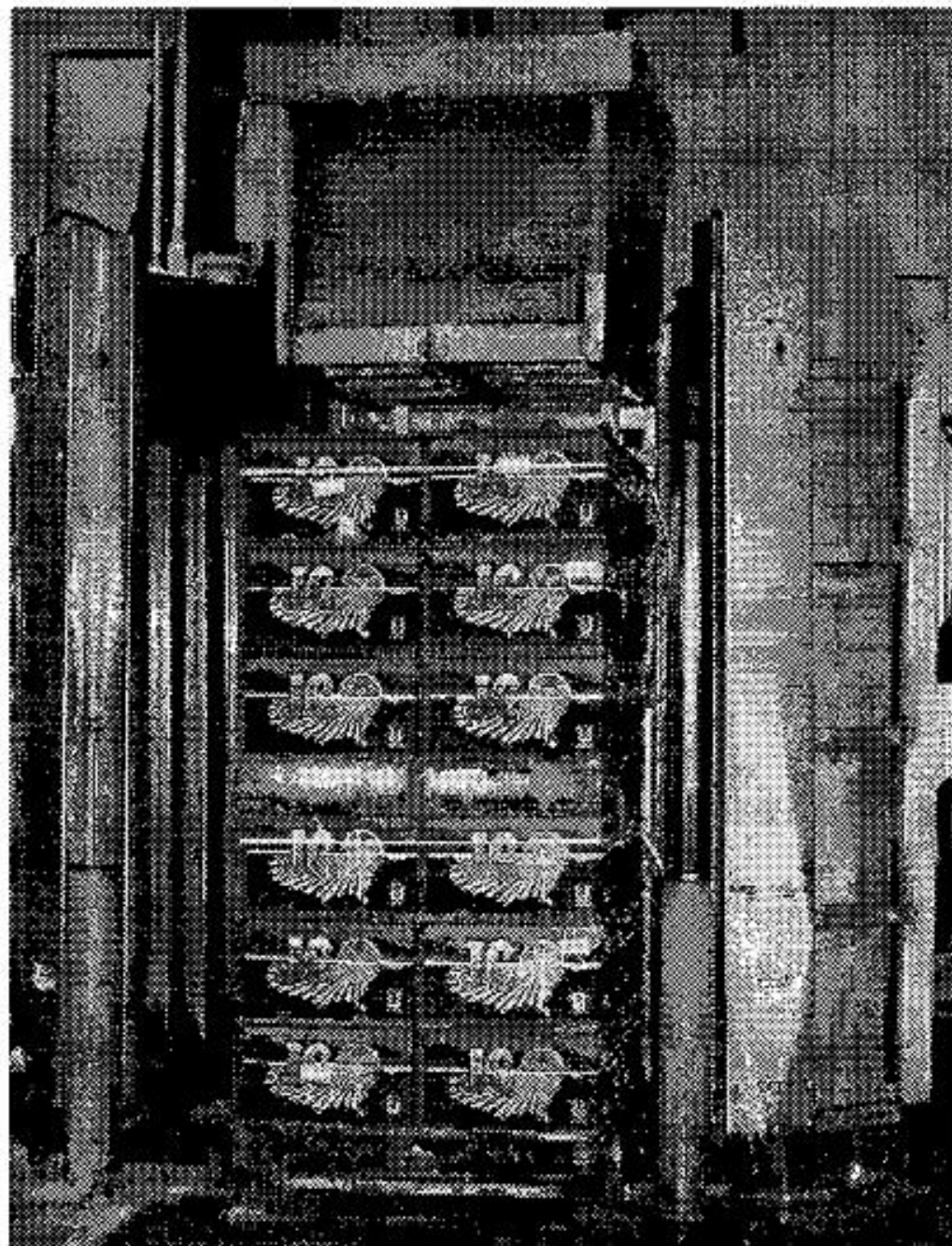


Fig. 2 Pallet exiting from a single-pallet liquid icing machine.



Sweetcorn slush-ice cooling.



A “clamshell” type of package-icing cooler used for broccoli in Georgia

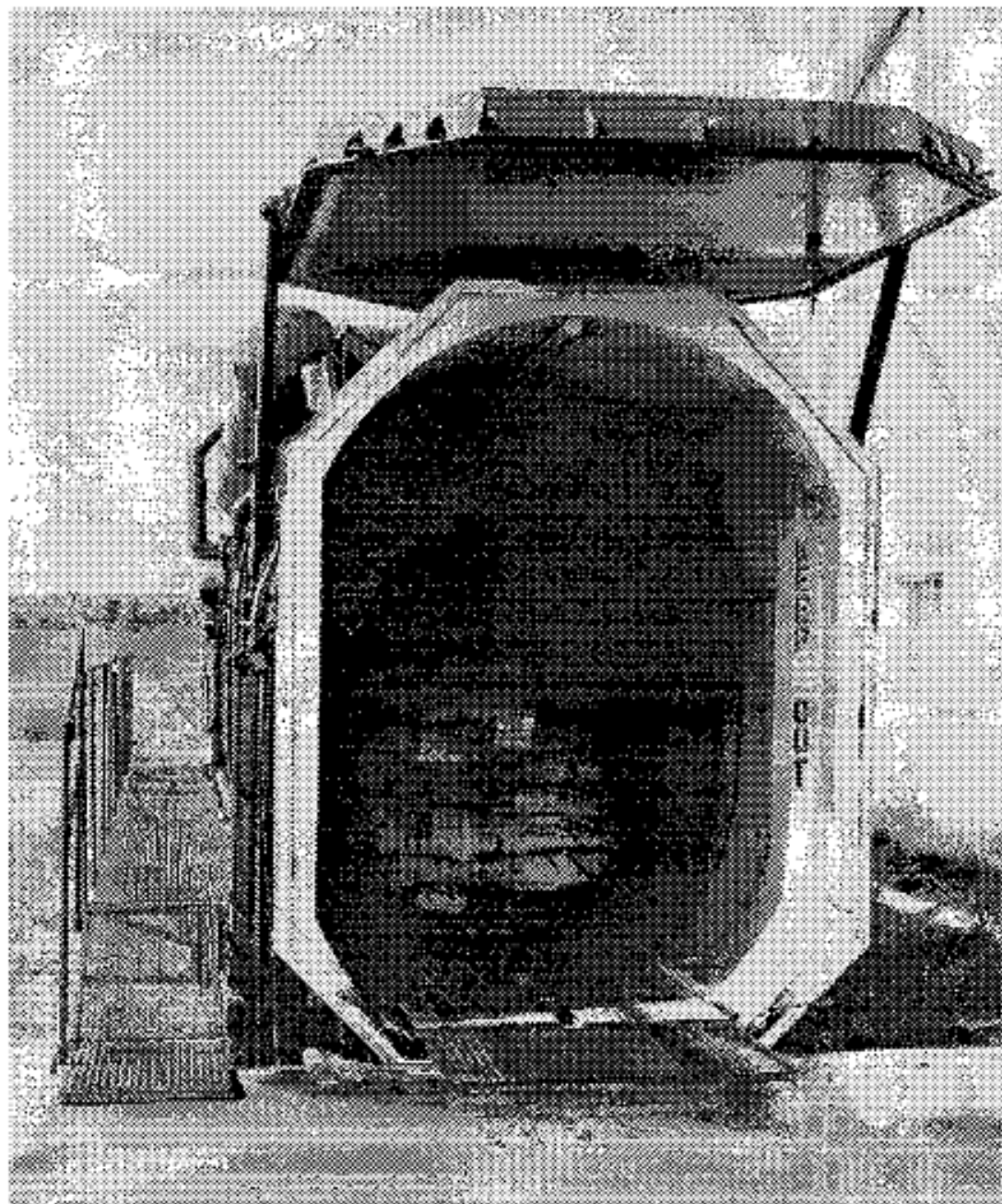
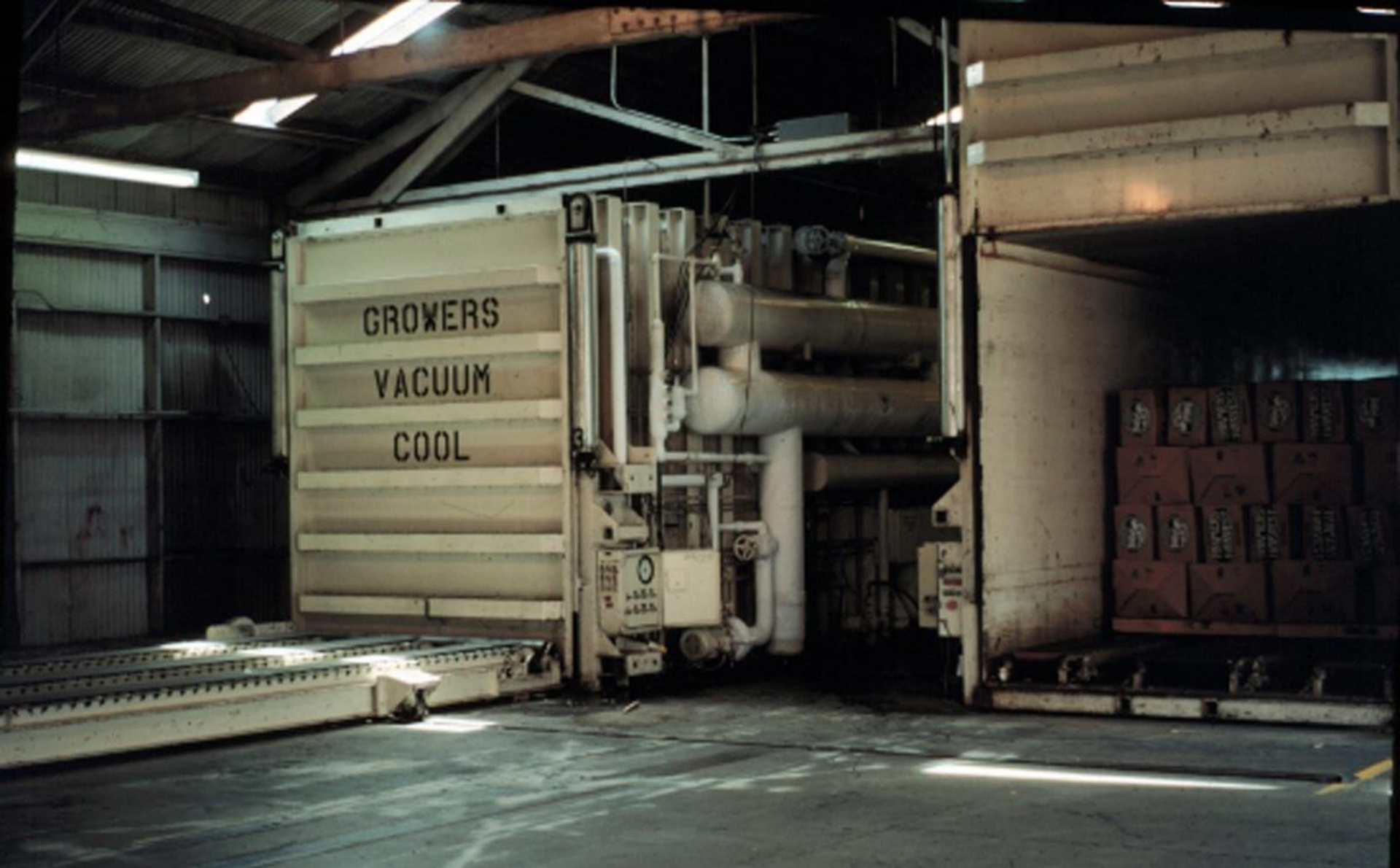


Fig. 3 Portable vacuum cooler.



FIG. 9.34 Vacuum coolers.



Vacuum cooler

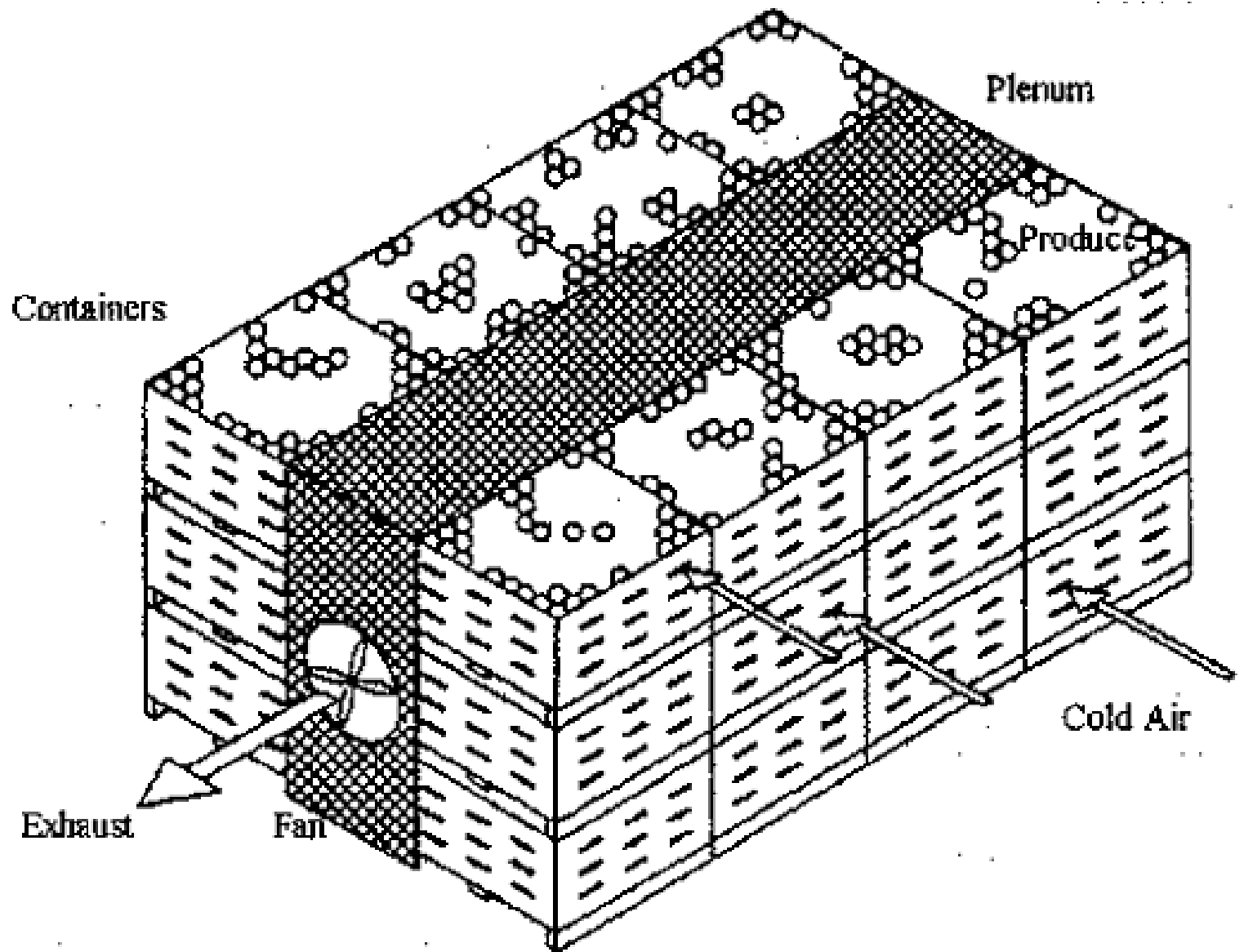


Fig. 4 Schematic of forced-air tunnel cooling.

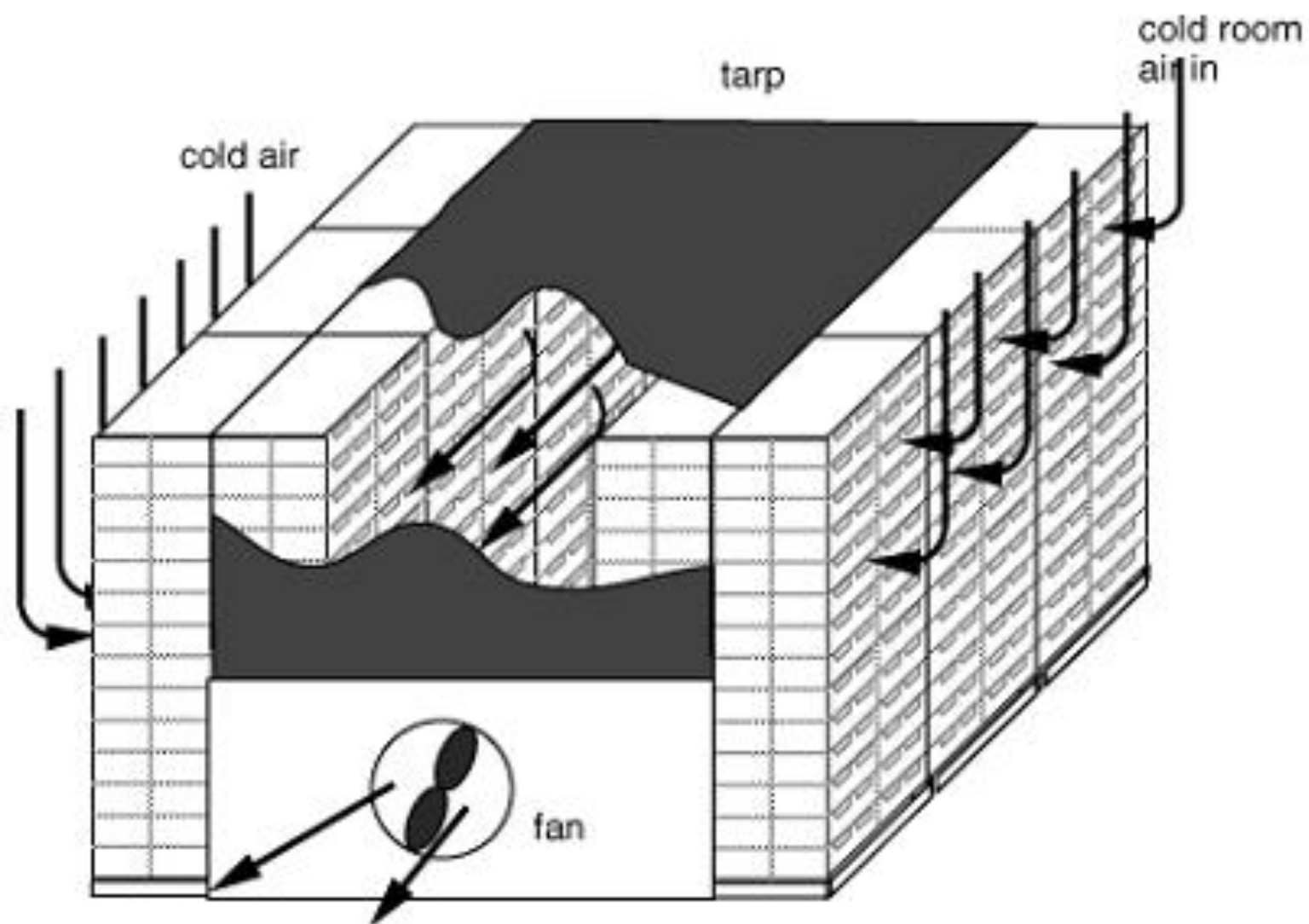
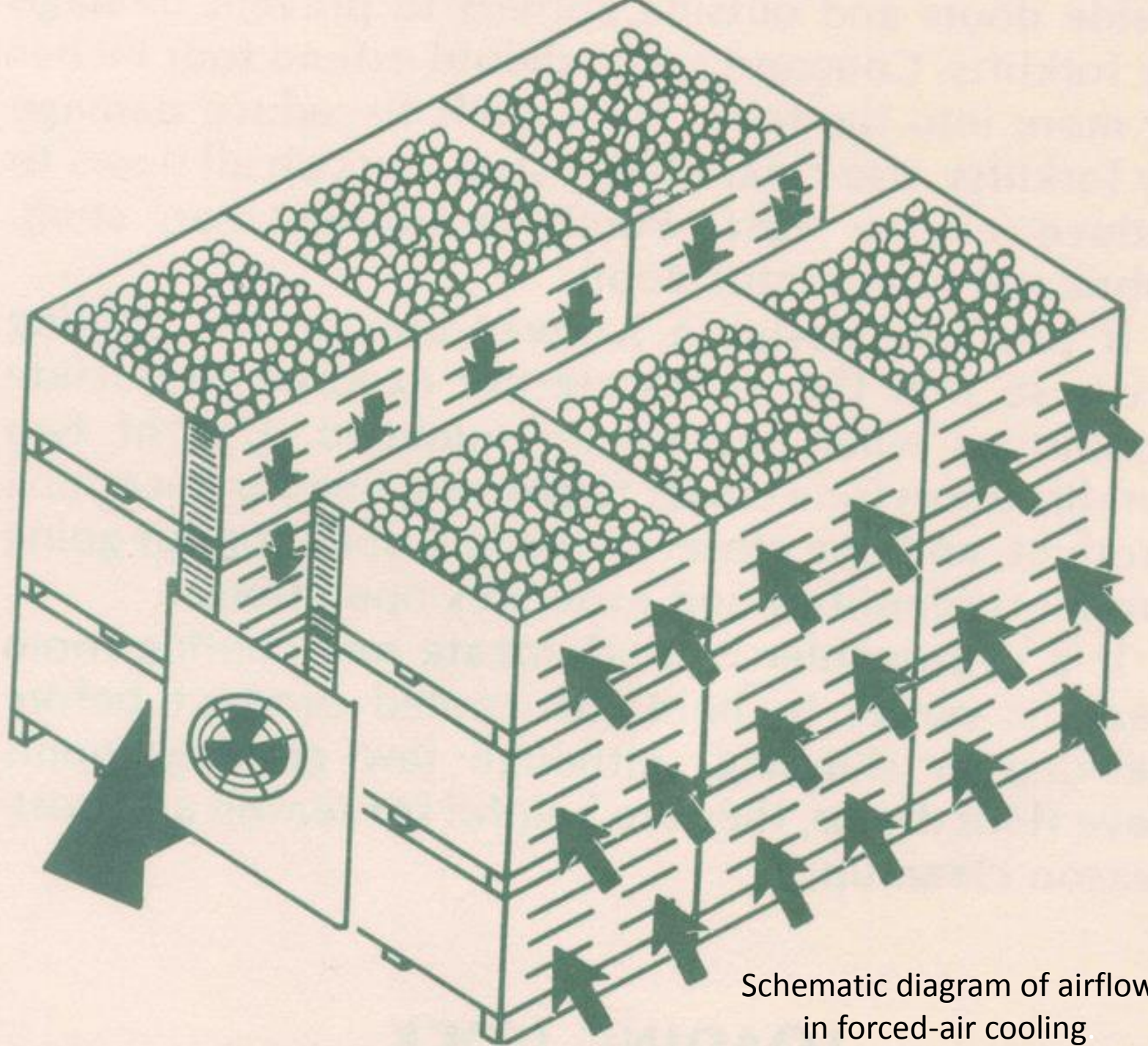


Figure 1. Schematic of a tunnel-type forced-air cooler.



Schematic diagram of airflow
in forced-air cooling



1

2

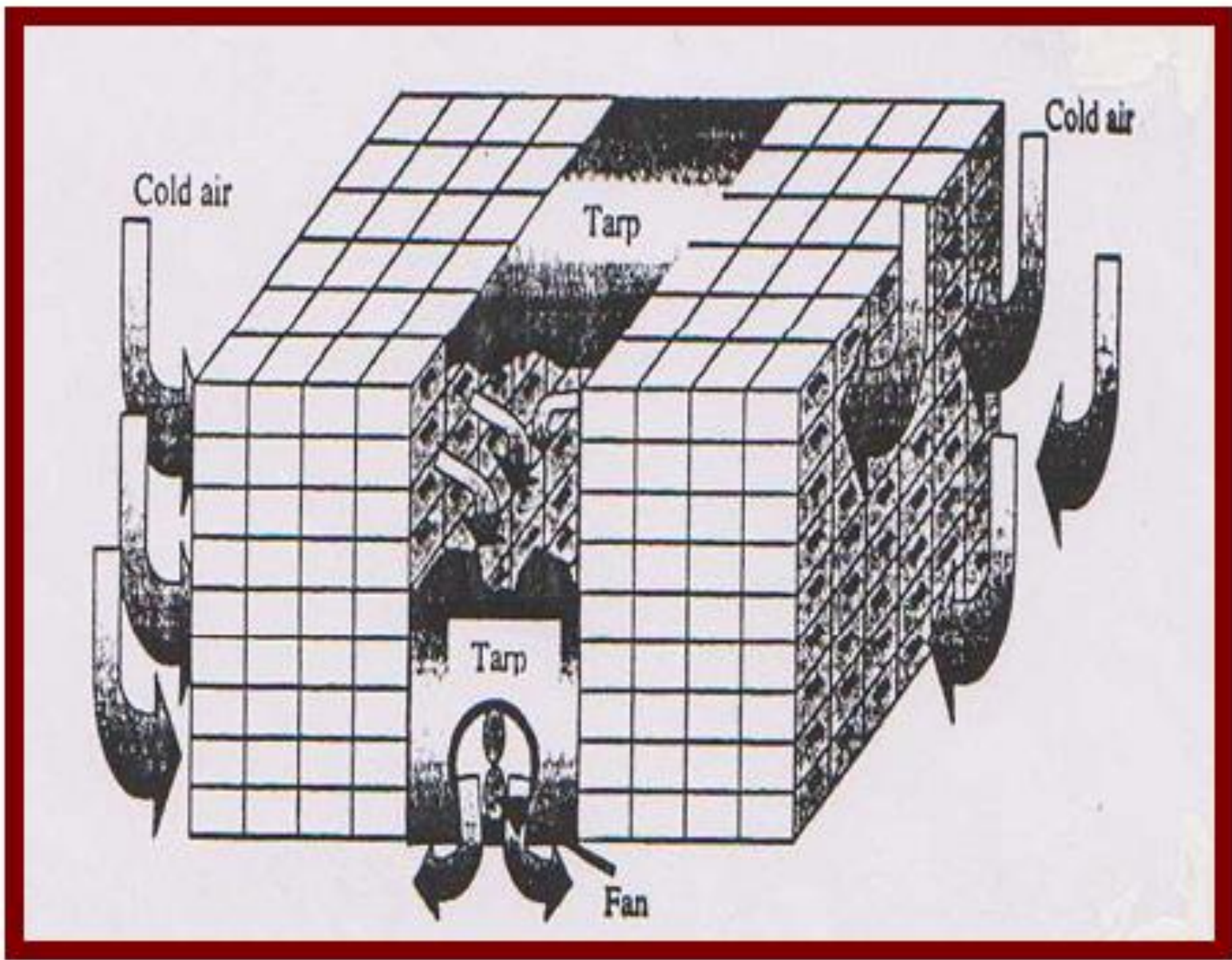
3

4

107



A typical commercial tunnel-type forced-air cooling system in Georgia



شکل ۱- تونل سرد کننده

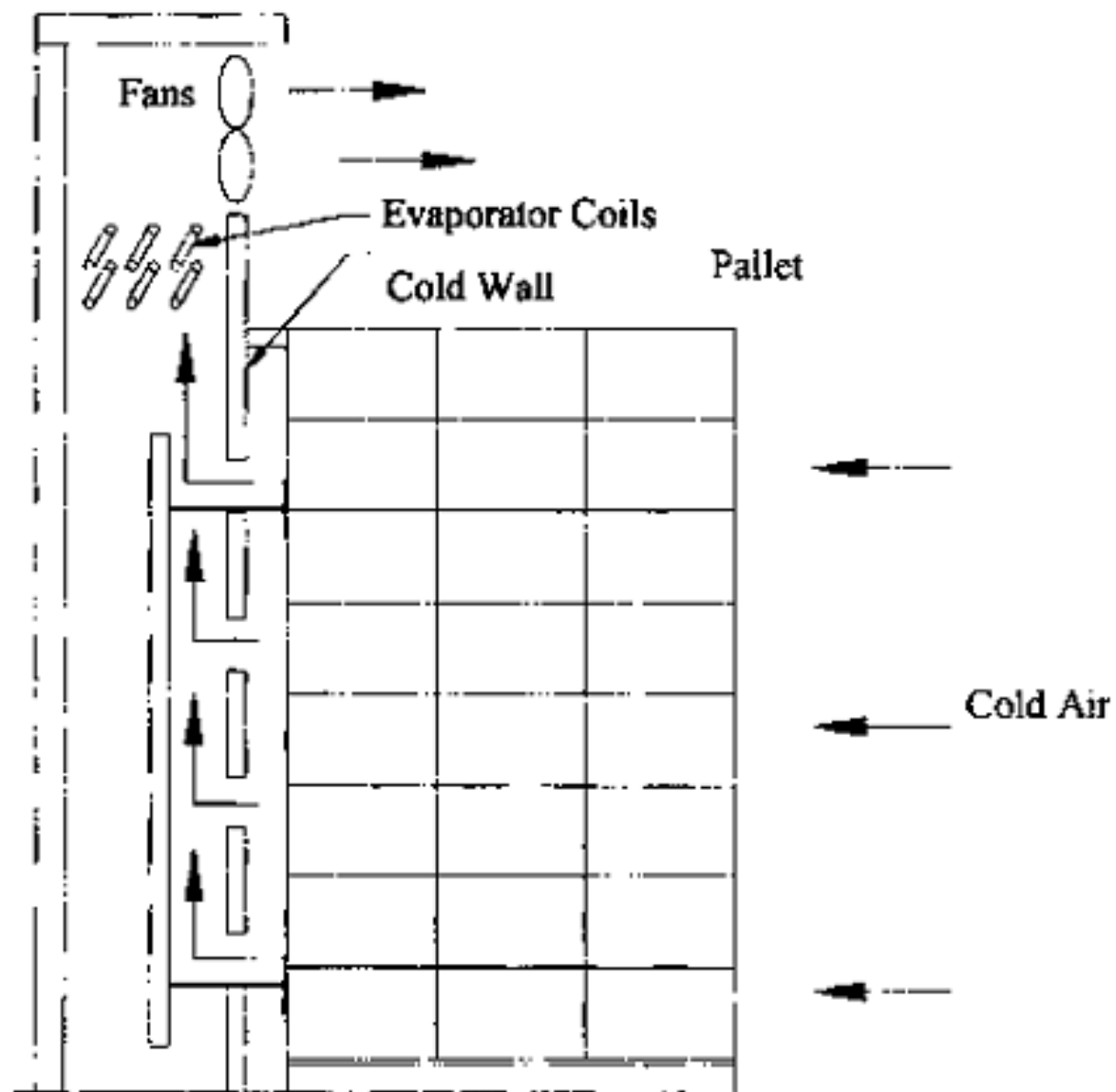
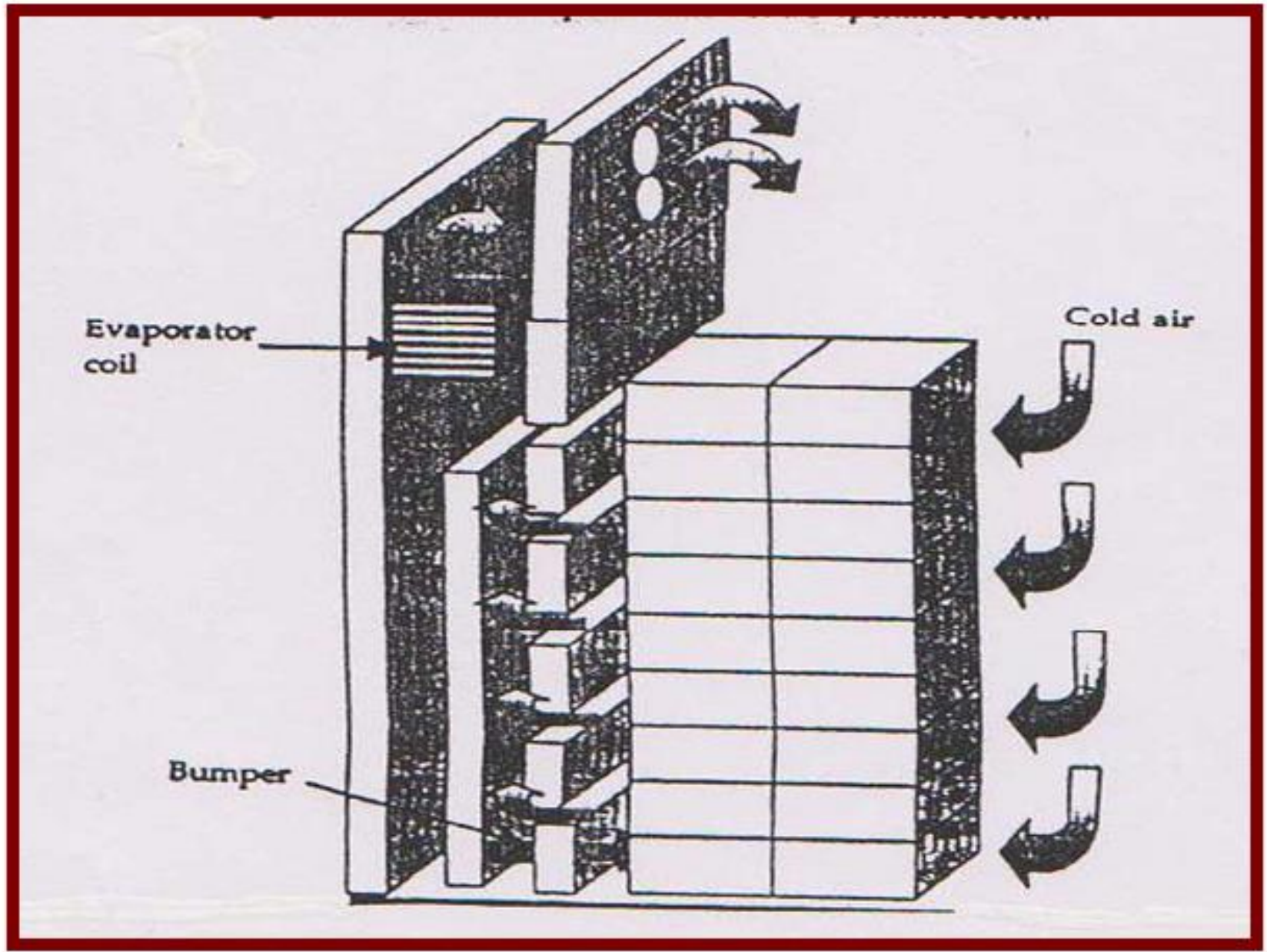


Fig. 5 Schematic of a cross-sectional view of a cold wall cooling system.



شکل ۳- دیوار سرد کننده



Fig. 6 Refrigerated storage room cooled by mechanical refrigeration.



Recommended Precooling Methods and Storage Conditions for Various Fruits and Vegetables

Produce	Precooling method ^a	Storage conditions
Apples (2, 14)	RC, FA, HC	0°C to 5°C, 1%–3% O ₂ , 1%–5% CO ₂
Asparagus (14, 15)	HC, PI	0°C to 2°C, 95% to 100% RH
Apricots (2)	RC, FA	0°C to 5°C, 95% RH, 2% to 3% O ₂ , 2% to 3% CO ₂
Artichokes (2, 49)	HC, FA, PI	0°C to 5°C, 90% to 95% RH, 2% to 3% O ₂ , 2% to 3% CO ₂
Beans, snap (14, 49)	RC, FA, HC	8°C, 2% to 3% O ₂ , 4% to 7% CO ₂
Beets (14, 33)	RC	0°C to 4°C, 95% RH
Blackberries (14, 33)	FA, RC	–0.5°C to 0°C, 90%–95% RH
Blueberry (20)	FA	Optimal at 1°C (3°C–4°C), 90% RH
Broccoli (2, 49)	FA, HC, PI, LI	Optimal at 0°C (0°C–5°C), 90%–95% RH, 1%–3% O ₂ , 5%–10% CO ₂
Brussels sprouts (2, 15)	FA, HC, PI	0°C, 95%–100% RH
Cabbage (14, 33)	RC, FA	0°C, 92% RH
Cantaloupes, slip (2, 15)	HC, FA, PI	2°C–5°C, 95% RH
full slip (2, 15)	HC, FA, PI	0°C–2°C, 95% RH
Cauliflower (14, 15)	HC, VC	0°C, 95%–98% RH
Carrots (14, 33)	RC, PI	0°C to 2°C, 95% RH
Chinese cabbage (14, 15)	RC, FA, HC	0°C, 95%–100% RH
Celery (2, 49)	FA, HC, VC, WV	0°C–5°C, 90%–95% RH, 2%–4% O ₂ , 3%–5% CO ₂
Cucumbers (2, 15)	RC, FA	10°C–13°C, 50%–55% RH
Eggplant (14, 15)	RC, FA	8°C–12°C, 90%–95% RH
Figs (2)	RC, FA, HC	0°C–5°C, 5%–10% O ₂ , 15%–20% CO ₂
Garlic (2)	RC	0°C
Grapes (14, 33)	FA	–1°C to 0°C, 85% RH
Kiwifruit (2, 15)	FA, RC, HC	–0.5°C to 0°C, 90%–95% RH, 1%–2% O ₂ , 3%–5% CO ₂ ; C ₂ H ₄ must be below 20 ppb

^a RC, room cooling; FA, forced-air cooling; HC, hydrocooling; VC, vacuum cooling; PI, package icing; LI, liquid icing.



Table 1 Recommended Precooling Methods and Storage Conditions for Various Fruits and Vegetables

Produce	Precooling method ^a	Storage conditions
Leeks (2, 15)	HC, PI	0°C, 95%–100% RH
Lettuce (14, 23)	HC, PI, VC	0°C, 95% RH
Mushrooms (2, 49)	FA, VC	Optimal at 0°C (0°C–5°C), normal O ₂ , 10%–25% CO ₂
Nectarines (14, 15)	FA, HC	–0.5°C–0°C, 90%–95% RH
Okra (14, 49)	RC, FA	7°C–12°C, 90%–95% RH, normal O ₂ , 4%–10% CO ₂
Onions (33)	No precooling	0°C, 75% RH
Peaches (14, 33)	FA, HC	–1°C to 0°C, 85% RH
Pears (14, 15)	FA, RC, HC	–1.5°C to –0.5°C, 90%–95% RH
Peas, green (14, 15)	FA, HC	0°C, 95%–98% RH
Peas, southern (14, 15)	FA, HC	4°C–5°C, 95% RH
Peppers, chili (dry) (2, 15)	RC, FA, VC	0°C–10°C, 32%–50% RH
Peppers, sweet (2, 15)	RC, FA, VC	7°C–13°C, 45%–55% RH
Plums (14, 15)	FA, HC	–0.5°C–0°C, 90%–95% RH
Potatoes (14, 33)	RC, FA	3°C–10°C, 90% RH
Pumpkins (33)	No precooling	10°C–13°C, 70% RH
Radish (14, 49)	PI	0°C, 90%–95% RH, 1%–2% O ₂ , 2%–3% CO ₂
Raspberries (50)	FA	0°C to 0.5°C, 90% to 95% RH
Rutabagas (14, 15)	RC	0°C, 98%–100% RH
Spinach (14, 15)	HC, VC, PI	0°C, 95%–100% RH
Squash, summer (14, 15)	RC, FA	5°C–10°C, 95% RH
Squash, winter (15)	No precooling	10°C, 50%–70% RH
Strawberries (2, 11)	RC, FA	0°C, 95% RH, 5% to 10% O ₂ , 15% to 20% CO ₂
Sweet Cherry (2, 51)	RC, FA, HC	0°C–5°C, 3%–10% O ₂ , 10%–15% CO ₂
Sweet Corn (24, 52)	HC, VC, LI	0°C, 95% RH
Sweet Potatoes (33)	No precooling	10°C–15°C, 85% RH
Tamarillos (2, 15)	RC, FA	3°C–4°C, 85%–95% RH
Tomatoes (49)	RC, FA	Optimal at 12°C (12°C–20°C), 3%–5% O ₂ , 0%–3% CO ₂
Turnip (14, 15)	RC, HC, VC, PI	0°C, 95% RH
Watermelons (11)	No precooling	4°C–10°C, 80%–85% RH

^a RC, room cooling; FA, forced-air cooling; HC, hydrocooling; VC, vacuum cooling; PI, package icing; LI, liquid icing.

$$\text{گرمای ویژه} \times (0/2 + 0/008 a) = \text{گرمای ویژه محصول}$$

مثال- قارچ ۹۰٪ آب دارد و گرمای ویژه آن ۴ ژول بر گرم بر درجه می باشد. برای رساندن دمای ۵۰۰ گرم قارچ از ۲۰ درجه به صفر درجه، چند درصد آب آن باید تبخیر شود؟ گرمای نهان تبخیر آب ۲/۴۵۴ کیلوژول بر گرم است. جواب: گرمایی که باید از قارچ گرفته شود (E) از فرمول زیر به دست می آید:

$$E = \text{اختلاف دما} \times \text{گرمای ویژه} \times \text{وزن محصول}$$

$$E = 500 \times 4 \times 20 = 40 \text{ KJ}$$

$$E = \text{اختلاف دما} \times \text{گرمای ویژه} \times \text{وزن محصول}$$

$$E = 500 \times 4 \times 20 = 40 \text{ KJ}$$

آبی که باید تبخیر شود = $\frac{\text{گرمایی که باید از قارچ گرفته شود}}{\text{گرمای نهان تبخیر آب}}$

گرمای نهان تبخیر آب

$$\frac{40}{2/454} = \text{آبی که باید تبخیر شود}$$

$$\text{گرمای ویژه محصول} = 4/5 = (0/008 \times 3/2 + 0/2) \times 20 = \text{گرمای ویژه محصول}$$

Heat treatment



FIG. 9.36 Hot water insect quarantine treatment of mangoes.