

# 臺灣主要蔬菜冷藏方式之 研究和改善工程分析

## Engineering Analysis and Improvement on Cold Storage of Major Vegetables in Taiwan

國立臺灣大學農機系客座副教授 國立臺灣大學農機系副教授 國立臺灣大學農機系研究助理

蕭 介 宗

盧 福 明

雷 鵬 魁

Jai-Tsung Shaw

Fu-Ming Lu

Perng-Kwei Lei

### 摘 要

本省的農田大部份都是一年兩季稻作，在冬季不種植水稻時，農民大量種植蔬菜，供過於求，售價低廉。反之，在夏季因為蟲害，耕地的利用和颱風的影響，蔬菜價格高昂。為維護生產者和消費者的權益，必須研究和改善冷藏的方法，使冬季蔬菜能貯存到夏季或經過冷藏以便集中裝船外銷，以調節供需。

經過初步調查的結果，一般的冷藏庫，大部份以出租方式包給顧客使用，顧客為使單位體積內能放較多的蔬菜而塞滿了空間，嚴重地影響冷藏的效果，導致蔬菜的腐爛。還有一些商用冷藏庫因為顧客的需要而進出頻繁，難以維持冷藏庫理想的溫度和濕度，進而減少蔬菜的冷藏期限。

為探討長期貯存蔬菜的可行性以應夏季的需求，本研究商借臺灣省物資局北投冷凍倉庫，測定並分析在 1982-1983 年貯存於該冷藏庫用於防颱的蔬菜胡蘿蔔、馬鈴薯和洋蔥的貯藏溫濕度變化的情形。在胡蘿蔔倉間於 1983 年 3 月 6 日進倉，由於沒有預冷設備，雖然分批進倉，仍然需等待 6 天之後，胡蘿蔔才趨於設定的溫度。可能因風量的分佈不很均勻，在一小箱的胡蘿蔔溫度差就有 3°C。又因為沒有自動加濕裝置，倉間相對濕度的控制與理想的貯藏相對濕度 95 % 有 +5 % 到 -15 % 之差距。

為了解馬鈴薯冷卻的速度，用紙箱包裝（舊的蘋果箱）溫度在 16-18°C 的馬鈴薯一箱置於 2°C 和 95 % 相對濕度的倉間，馬鈴薯的溫度經三天之後才降到倉間的設定溫度 2°C，而大批貯存於溫度為 16-18°C 的馬鈴薯冷藏倉庫，大約經過 10 天，才接近於設定的溫度 4°C。相對濕度除了進倉後初期略低外，大致維持在 95 % 左右與理想的癒合濕度 90-95 % 相當接近。但癒合過程的溫度與 Ryall and Lipton 所推薦的過程大有出入。

洋蔥在 14-19°C 進倉，經過 12 天才降到冷藏庫設定的溫度 2°C。相對濕度亦維持在 85-95 % 之範圍。冷藏期間溫度控制與 Ryall and Lipton 的建議用自然通風或加熱至 24.9-29.4°C 後通風以癒合的過程略有出入。

冷藏庫溫濕度的不均勻原因為倉間風速分佈的不均勻。在調查 12 家冷藏庫中，其風速分佈從 1.0±0.94m/s 到 0.27±0.2m/s 之間。這風速與美國農部推薦的貯藏間風速 1.0 到 2.0m/s，仍有很大的出入。幾乎所有的冷藏庫都沒有預冷設備，也就是說冷藏間也當作預冷用途。當作預冷倉間時，因風速太低，田間熱沒辦法有效迅速的移除可能導致蔬菜貯藏的損失。

另一可能導致溫度不均勻的來源是由於冷藏庫本身的絕熱不良，在調查的 6 家冷藏庫中，冷藏庫牆壁的熱傳導係數從 0.281 到 1.35  $w/m^{\circ}C$  之間，相差有 5 倍之多。有些冷藏庫因為沒裝設適當的絕熱材料，耗電量多，導致營業困難。

為了解預冷對大白菜貯藏期的影響程度，將新鮮的大白菜白葉和黑葉品種各一，置於冷藏庫溫度  $20^{\circ}C$  和 95 % 的相對濕度下，經 14 日的貯藏，其可售率以重量為標準時各降到 62 % (白葉) 與 49 % (黑葉)。

同樣的試驗應用於甘藍菜，經過 15 天的貯藏，可售率降到 67 %。在理想的溫度  $0^{\circ}C$  和 90-95 % 相對濕度下，甘藍菜可貯藏 90 天到 120 天，所以沒有預冷設備和處理將嚴重地影響蔬菜的貯藏期。

要改善目前的冷藏庫，首先要改善目前的預冷處理，最經濟的方法是利用現有冷藏庫的設備，適當的排列包裝蔬菜，利用移動性的風機，加強空氣流動的速度，以達預冷的目的。第二、整修現有的冷藏庫，使其不漏氣。第三、增加絕熱材料的厚度和適當的防濕屏障，以減少耗電量。第四、加強有關冷藏技術的研究與應用和有關人員的訓練。第五、在儲運過程中，力求園藝、經濟、植病和工程專家的密切配合。

#### Abstract

Most of farmland in Taiwan grows two crops of rice. During the winter season, farmers grow vegetables, but the price is low because of over-supply. However, the vegetable price is high because of insect damage, land utilization, and typhoon effect in summer. To protect the right of producers and consumers, it will need research and improving the refrigerated storage methods that can store vegetables from winter season to summer season or can hold the vegetable for shipping abroad to regulate the demand and supply.

Through the primary investigation, most of refrigerated warehouses are rented out to the customer who tries to use the most of storage space. Therefore, it will seriously affect the refrigerated storage quality and result in vegetables deterioration. Besides, some commercial refrigerated vegetables to meet the customer requirement are often moved in and out, which will be hard to keep optimum storage temperature and moisture, and consequently reduce storage period.

To understand long-term storage of vegetables for summer demands, we have the project cooperated with Pei Tou Refrigerated Warehouse, Taiwan Supply Bureau, to investigate the stored vegetables such as carrots, potato, and onion used for urgent supply during the typhoon season to see the variation of storage temperature and moisture during 1982-1983. By installment, carrots were loaded into the refrigerated room on March 6, 1983. without precooling process, carrots temperature dropped down to the set temperature after 6 days. At a used small apple carton, carrots temperature difference was  $3^{\circ}C$ , which may be due to air flow distribution was not uniform. Without automatic spraying system for adding moisture, relative humidity control was different from ideal storage relative humidity 95% from +5% to -15%.

To understand the cooling speed, a used small apple carton loaded with potato with initial temperature from 16 to 18°C was stored at 2°C and 95% relative humidity room, and took 3 days to cool down to the set temperature. In large refrigerated potato room, the potato will approach to the set 4°C temperature after 10 days of loading. Except a little low in the beginning, the relative humidity was kept at 95% which is very close to the curing relative humidity 90–95%. However, the curing process temperature had a great deal different from the recommended by Ryall and Lipton.

Onions with initial temperatures between 14 and 19°C were loaded into the refrigerated room, and dropped to the set temperature 2°C after 12 days. The relative humidity was also kept between 85 and 95%. As suggested by Ryall and Lipton, the curing temperature process, either used natural air or heated up 24.9–29.4°C for aeration, was different.

The temperature and moisture variation within the refrigerated room may be due to not uniform air speed. Within the 12 refrigerated room, the wind speed varied from  $1.0 \pm 0.94$  m/s to  $0.27 \pm 0.2$  m/s. This wind speed has the great deal different from the recommended wind speed from 1.0 to 2.0 m/s. Particularly, all the investigated refrigerated warehouses without precooling system were used as room cooling. If the low wind speed room used for the precooling process, it will not be able to remove the field heat and result in the stored vegetable loss.

On the other hand, the temperature variation may be due to not proper insulation. Among the six investigated warehouses, the thermal conductivity of walls were varied from 0.281 to 1.35 w/m-C°, which is about 5 times difference. Without proper insulation, the power consumption is high. As the result, the owner showed that it was hard to run the business.

To understand the precooling effect on the storage life, fresh Chinese cabbages with white leaves or with black leaves were stored at 20°C temperature and 95% relative humidity. After 14 days storage, the salability based on the weight loss was dropped to 62% (white leaves) or 49% (black leaves).

The similar test was applied to cabbage. After 15 days storage, the salability was dropped to 67%, which could store for 90 to 120 days under ideal storage temperature 0°C and relative humidity 90–95%. Therefore, it might seriously affect the storage life without precooling process.

For improving the present refrigerated warehouses, first need improving the present precooling treatment, which the most economic way is to utilize the existing facilities, to make proper arrangement, and to go with a portable fan to increase the air flow speed for precooling

purpose. Second, repair the existing refrigerated warehouses for air-tight. Thirdly, increase the thickness of thermal insulation material and put up proper vapor barrier to reduce power consumption. Fourthly, strengthen refrigeration research and application, and train the related people. Fifthly, get horticulturist, economist, pathologist and engineer involved in the handling, transportation, and storage process.

## 一、前 言

臺灣蔬菜每年生產量約 3,000 萬公噸以上。每人每年蔬菜消費量約 130 公斤。蔬菜由產地運到消費者之間之運銷作業包括有集貨、分級、包裝、運輸、儲藏與銷售等。每一作業的品質與效率都影響到蔬菜的供需求，品質與價格。運銷過程中，扣除失重及腐損後所剩的重量，因受蔬菜種類和天氣寒暑與晴雨之影響而互有差異，一般以葉菜類的損耗率較大，約為 20 % 左右。臺灣冬夏季蔬菜供銷的調節，冷藏蔬菜方式為一可行的辦法。多年來尋求合理有效的運銷方式一直是各有關部門研究項目之一，但此等探討解決問題的研究大都偏重於經濟與制度上之觀點，少有從工程觀點尋求改善者。

本研究目的為針對蔬菜運銷過程，探討現階段臺灣地區最佳蔬菜冷藏庫設計與利用方式以減少冷藏庫蔬菜損耗率，達到調節夏季蔬菜供需求均衡的效果。

## 二、研究方法

經過臺大農機系七十二年度初步的調查結果顯示，一般的冷藏庫，大部份以出租方式包給顧客使用，顧客為求單位體積內能放較多的蔬菜而塞滿了整個空間，嚴重地影響冷藏效果，導致蔬菜的腐爛。還有一些商用冷藏庫因為顧客的需要，都是進出頻繁，甚而是隨時需要隨時取用冷藏蔬菜，用不完的，再放回冷藏庫貯存，難免會影響品質。此類冷藏庫譬如豐原市農會冷藏庫，年豐冷凍公司（石岡鄉），泰欣冷凍公司，臺灣區果菜公司冷藏庫（臺北市萬大路）。而長期貯存蔬菜以應夏季需要的，有北投物資局冷藏庫，冷藏蔬菜的種類以胡蘿蔔、馬鈴薯、洋葱、甘藍和結球白菜為大宗，其目

的在防止颱風期間蔬菜的短缺。例如臺灣區果菜公司和北投物資局常掌握有 300 公噸的胡蘿蔔，200 公噸的馬鈴薯，200 公噸的洋葱，400 公噸的甘藍和 200 公噸的結球白菜。

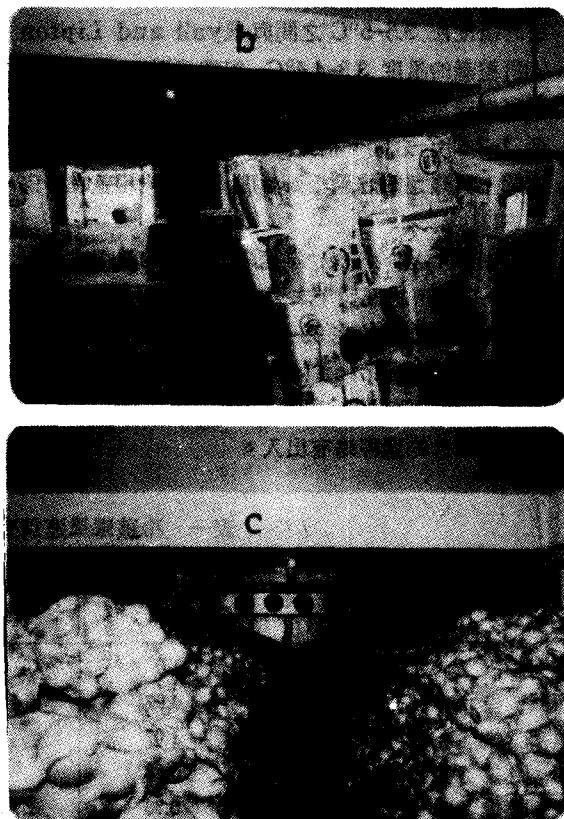
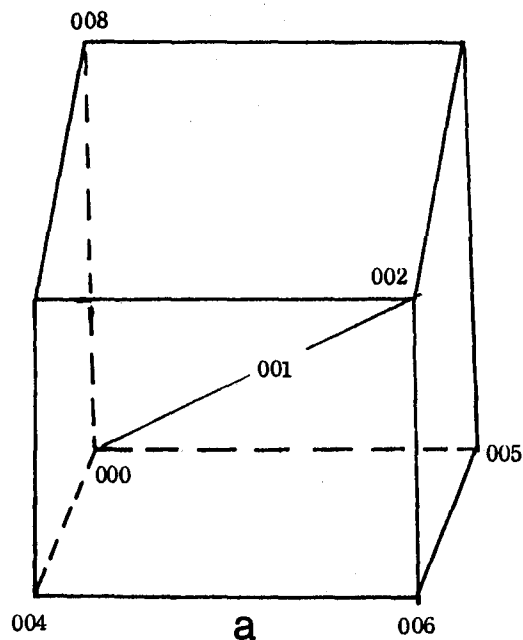
一般冷藏庫蔬菜腐爛的工程因素是不合適及分佈不均勻的溫濕度。為實際了解冷藏間的溫濕度變化的情形，特與臺灣省物資局北投冷藏庫合作，測量胡蘿蔔、馬鈴薯及洋葱三種耐藏的蔬菜，從進倉到出倉的溫度和濕度的變化。測量溫度的儀器是自動溫度記錄儀 (Autodata Ten/5 Calculating Datalogger System)。在裝 T 型熱偶線時，先做冰點和沸點實驗校正。同時為了避免記錄儀受到外界電壓變化的干擾，特裝上穩壓器，使電壓固定在 115 伏特。

在每一倉間內，均裝有十條熱偶線，其編號從 000 至 009，FAN 003 代表倉間內蒸發器出風口的溫度，007 代表濕球溫度，009 代表乾球溫度。由 007 與 009 的溫度計算冷藏庫空氣相對濕度。其餘各點的溫度測定是先以消毒過的尖棒穿至測量的蔬菜中心再插入熱偶線，外敷奶油以隔離空氣熱對流的影響，在倉間的中心點，取一儲藏的小紙箱（馬鈴薯和胡蘿蔔）或小袋如圖一以三度空間展開方式裝設測量點。倉間尺寸另如圖十二。

冷藏庫內風速的測定點如圖十二，測定儀器為熱式風速計 (Kanomax Hot-wire Anemometer)。

冷藏庫絕熱效果的測定乃以熱量探測儀 (Heat probe) 來量測並計算出冷藏庫牆板的熱傳導係數值。

為探討預冷效果影響冷藏期限，利用 2 坪大恒溫恒濕控制室進行小規模生鮮大白菜和甘藍菜的耐藏試驗。試驗溫度 20°C，相對濕度 95 %。



圖一 包裝箱(袋)內蔬菜溫度測量點分佈圖(a)及胡蘿蔔倉間(b)與洋蔥倉間(c)

### 三、結果與討論

#### (一) 冷藏庫內蔬菜溫度與空氣相對濕度的變遷

胡蘿蔔在 1983 年 3 月 6 日進倉，由圖二可知胡蘿蔔冷藏庫的溫度約在 6 天之後趨於穩定而接近冷藏庫設定溫度  $2^{\circ}\text{C}$ 。000 點的溫度測點因位於胡蘿蔔的紙包裝箱內角不與流動空氣直接接觸，所以開始的溫度約比其他點的溫度高出  $6^{\circ}\text{C}$ 。經過一天之後與其他點的溫差減為  $2^{\circ}\text{C}$ ，約 6 天之後，紙箱內各點的溫度差距才縮小到  $2^{\circ}\text{C}$  以內。相對濕度於進倉後初期在 60-75% 之間，與理想的相對濕度 90-95% (2) 還有相當的差距，可能是利用人工加濕方式，例如地板撒水，鋪濕草蓆於包裝紙箱上的方式不盡理想之故。

由圖三、四和五可看出經長期冷藏後，以 5 月 30 日為例，最高的胡蘿蔔溫度在 005 點和最低胡蘿蔔溫度在 001 點的差異在  $3^{\circ}\text{C}$  左右，而胡蘿蔔溫

度與蒸發管出風口溫度的差異在  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  左右，顯示出胡蘿蔔溫度已趨穩定。相對濕度在長期貯藏過程，雖然利用了自動加濕設備，仍然與理想相對濕度 90-95%，有 +5% 至 -15% 的差異。

馬鈴薯的塊粒與胡蘿蔔有顯著的不同，為了解它冷卻的速度，特別放置一箱溫度 (舊的蘋果箱)  $16-18^{\circ}\text{C}$  的馬鈴薯於溫度  $2^{\circ}\text{C}$  和 95% 相對濕度的倉間，其結果如圖六所示，馬鈴薯的溫度需三天才達到倉間的設定溫度  $2^{\circ}\text{C}$ 。而大批箱裝貯存的馬鈴薯的冷藏降溫趨勢如圖七，馬鈴薯進倉時 (3 月 24 日) 的溫度  $16-18^{\circ}\text{C}$ ，經過大概 10 天左右，才接近於冷藏庫設定溫度  $4^{\circ}\text{C}$ 。相對濕度除了冷藏初期略低外，大致維持在 95% 上下與理想的濕度 90-95%，此與癒合過程相當接近 (2)。但是根據 Ryall and Lipton (4)，癒合過程開始二天溫度保持在  $18^{\circ}\text{C}$ ，然後經過 10 到 12 天慢慢降到  $7-10^{\circ}\text{C}$  的溫度，仍然有相當的出入。

由圖八和圖九，馬鈴薯在經過癒傷過程，馬鈴薯的溫度在 3.5-5°C 之間與 Ryall and Lipton (4)所建議的溫度 3.3-4.4°C 相當接近，設定空氣溫度在蒸發器風扇出風口的溫度約比馬鈴薯的溫度低 1-2.5°C 之間。相對濕度的變化均在 85-95 % 之間，與理想的貯藏相對濕度 90 % 均相差在 5 % 左右(2)。

由圖十和十一，洋葱剛進倉時的溫度在 14-19°C 之間，約經過十二天才降到設定的溫度 2°C，相對濕度亦維持在 85-95 % 的範圍。溫度控制與 Ryall and Lipton (4) 建議用自然通風或加熱至 24.9-29.4°C 後通風 (1.5 CFM/立方呎洋葱的風量) 以癒合的過程略有出入。

#### (二) 冷藏庫內風速分佈情形

在冷藏庫內導致溫濕度不均勻的主要原因之一是風速的分佈不均勻。為了解在冷藏庫風速分佈的情形，以熱式風速計 (Kanomax, Hot-wire Anemometer)，測試在不同冷藏庫風速分佈的情形。圖十二是一個測試點的例子。在每一測試點離地板 0.5 公尺和 2.1 公尺處各測試一次，所有測試點風速的平均值和標準偏差列於表一。由於目前臺灣大部份的冷藏庫都沒有預冷設備，所以冷藏庫必須兼有預冷的功用。根據 Mitchell (3) 等推薦的風速是在 1.0 到 2.0 m/s 之間。表一的資料顯示只有北投物質局之一部份冷藏倉間合乎這標準。

表一 冷藏庫風速調查統計表 (單位 m/s)

庫名	風速平均值 (m/s)	風速的標準偏差 (m/s)	冷媒種類
北投物質局	1.0	0.86	氟-22
北投物質局	0.97	0.86	氟-22
北投物質局	1.07	1.33	氟-22
北投物質局	0.68	1.81	間接冷劑鹽水 (41.2 % 丙二醇水溶液)，氟 22
北投物質局	0.33	0.10	間接冷劑鹽水 (41.2 % 丙二醇水溶液)，氟 22
榮芳	0.45	0.18	氨
豐原市農會	0.27	0.04	氨
金豐	0.39	0.16	氨
福明原	0.23	0.02	氨
臺大農機系試驗室 (二坪大)	0.58	0.10	氟-22
臺大農機系試驗室 (一坪大)	0.43	0.08	氟-22
泰欣	0.58	0.67	氟-22

#### (三) 冷藏庫的熱傳導係數

在冷藏庫內導致溫濕度不均勻的另一主要原因是冷藏庫本身的絕熱不好，易受大氣溫度的影響而變動。為了解目前臺灣冷藏庫所用的絕熱材料的情況，利用熱量探測儀 (Heatprobe) 量熱流量  $\left(\frac{Q}{A}\right)$  和溫差  $(\Delta T)$ 。熱傳導係數 (K) 即可利用下列公式計算出來。牆板厚度  $\Delta X$ 。

$$K = \frac{Q \Delta X}{A \Delta T}$$

調查六家冷藏庫之熱傳導係數如表二，其值介於 0.289 w/m-°C 到 1.35 w/m-°C 之間，相差有 5 倍。熱傳導係數愈高，冷藏間的熱量損失愈嚴

重，操作成本也就提高。牆板的構造雖然由同一廠商承建，但熱傳導係數並不一致。

#### (四) 預冷的重要性

為了解預冷的重要性，至雲林縣元長鄉蔬菜產地，購買新鮮的大白菜和甘藍菜，經四小時運回臺大農機系冷藏試驗室進行試驗。為模擬收穫時的溫度和濕度，冷藏室設定在 20°C 和 95 % 相對濕度。可售率以重量為計算標準，經過 14 日的試驗，其可售率為大白菜 (白葉) 降至 62.2%，大白菜 (黑葉) 降至 49.5%，甘藍菜降到 80.6%。另一試驗甘藍貯藏 15 日之後，其可售率降到 66.9%。詳細情形請參看表三。

表二 冷藏庫熱傳導係數的測定值

庫名	熱傳導係數 (w/m-°C)	牆 板 構 造		
		外 層	中 層	內 層
菓 芳	1.35	保麗龍 10 cm	磚 25 cm	保麗龍 10 cm
全 豐	0.289	保麗龍 10 cm	磚 20 cm	保麗龍 10 cm
新 豐	0.782	磚 25 cm	—	保麗龍 15 cm
豐 原 農 會	0.402	防熱板 5 cm	保麗龍 18 cm	磚 20 cm
福 明 泉	0.447	水泥和磚 13 cm	保麗龍 15 cm	磚 10 cm
泰 欣	0.715	{ 水 泥 2.5 cm 保麗龍 7.5 cm	磚 10 cm	磚 7.5 cm

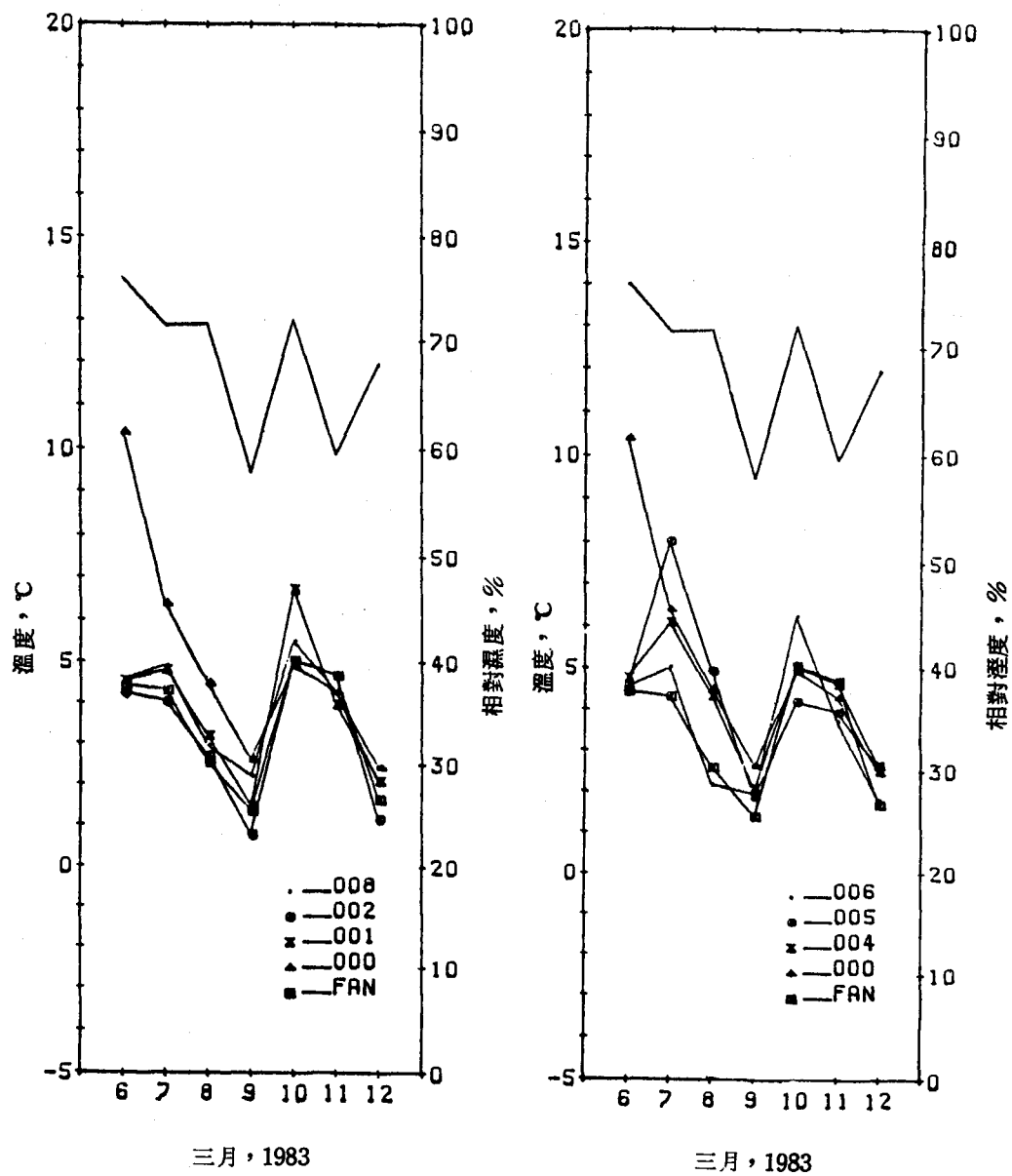
表三 大白菜和甘藍菜的貯藏試驗 (20°C, 95 %相對濕度)

菜 名	貯藏天數 (天)	原 重 (g)	可 售 重 (g)	可 售 率 (%)	平均可售率 (%)
大 白 菜 (白葉)	14	1255	950	76	62.2
		1650	970	59	
		650	410	63	
		1350	960	71	
		855	435	51	
大 白 菜 (黑葉)	14	855	450	53	49.5
		895	410	46	
		780	390	50	
		740	395	53	
		975	455	47	
甘 藍 菜	14	1530	1255	82	80.4
		1435	1170	82	
		1120	960	86	
		1195	955	80	
		1185	860	73	
甘 藍 菜	15	1240	762	61.45	66.7
		1174	784	66.78	
		1692	1082	63.95	
		1084	864	70.05	
		1476	1066	72.22	

以大白菜(白葉為例),若貯藏在溫度 0-2°C 和 90-95% RH 的相對濕度,貯藏到 62% 的可售率時,可貯藏 66 天(1)。假如沒有預冷設備,延誤 6 天(以胡蘿蔔的資料為例)才降到設定的溫度(0-2°C)和濕度(90-95%),其估計的貯藏期將

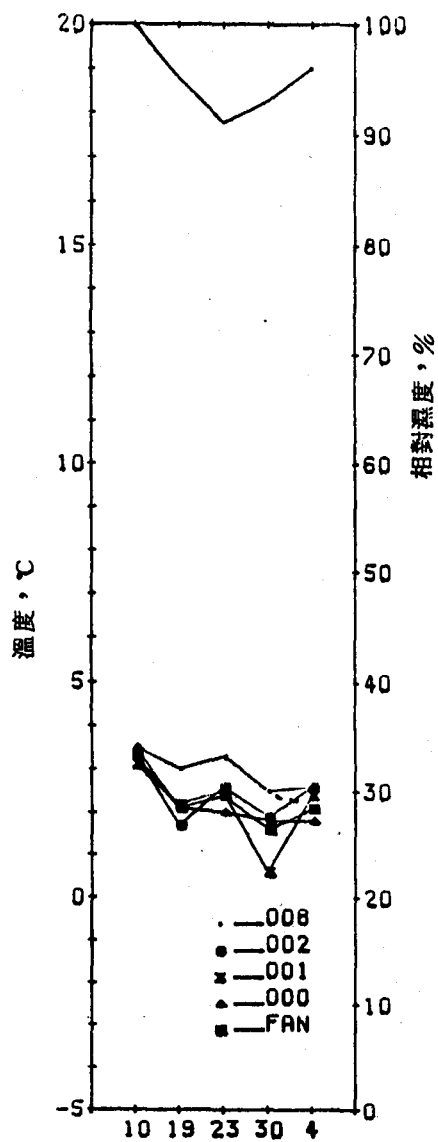
減為 44 天  $(6 + \frac{14-6}{14} \times 66 = 44)$ 。

若以甘藍為例,貯藏在 0-2°C 溫度和 90-95% 相對濕度到可售率 80% 時,可貯藏 90 天(1)。同樣的假設條件下,若沒有預冷設備,延遲 6 天才

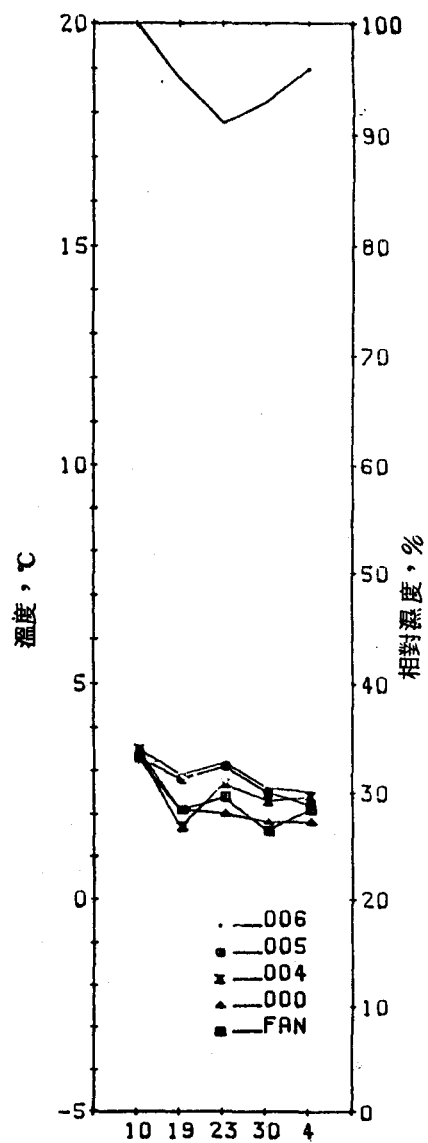


圖二 胡蘿蔔冷藏庫在進倉初期胡蘿蔔溫度和空氣濕度的變化和分佈情形



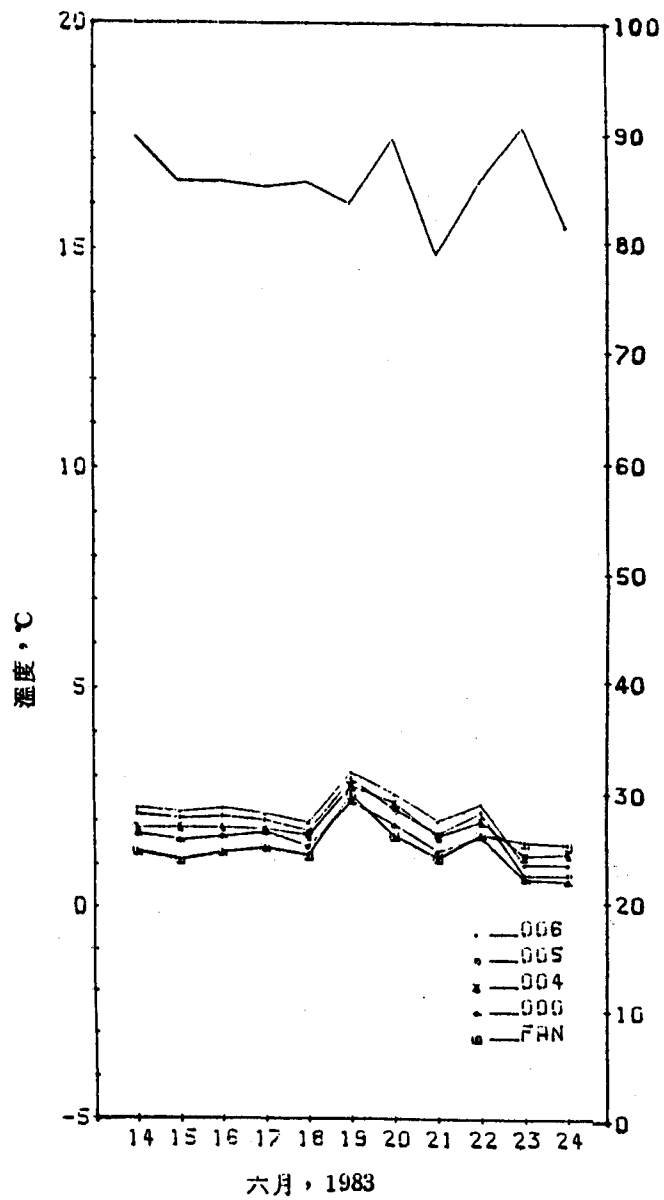


五月 六月, 1983

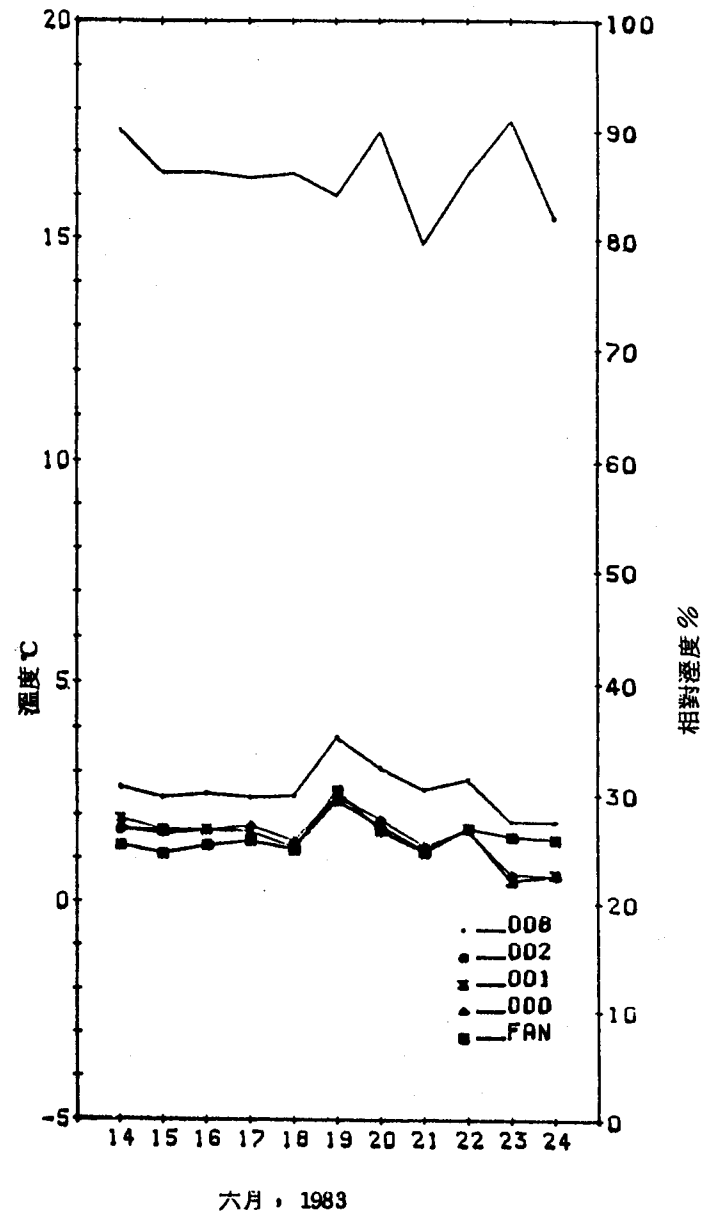


五月 六月, 1983

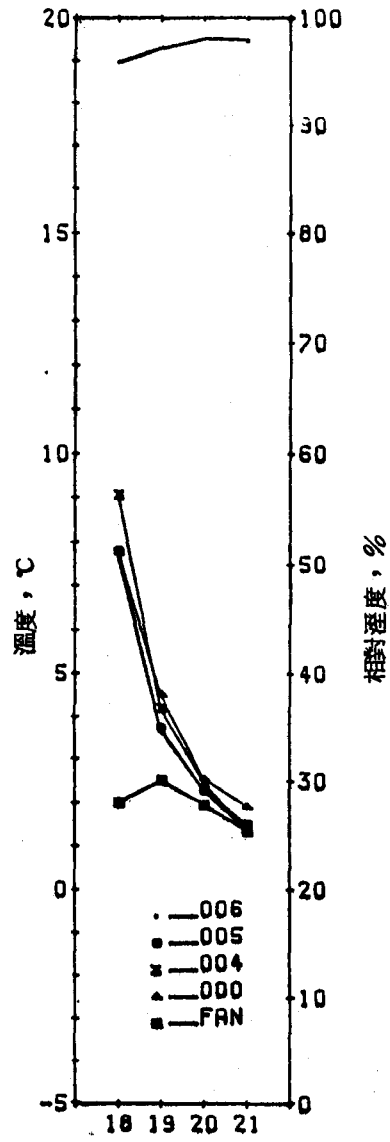
圖三 長期冷藏胡蘿蔔的溫度和空氣相對濕度的變化



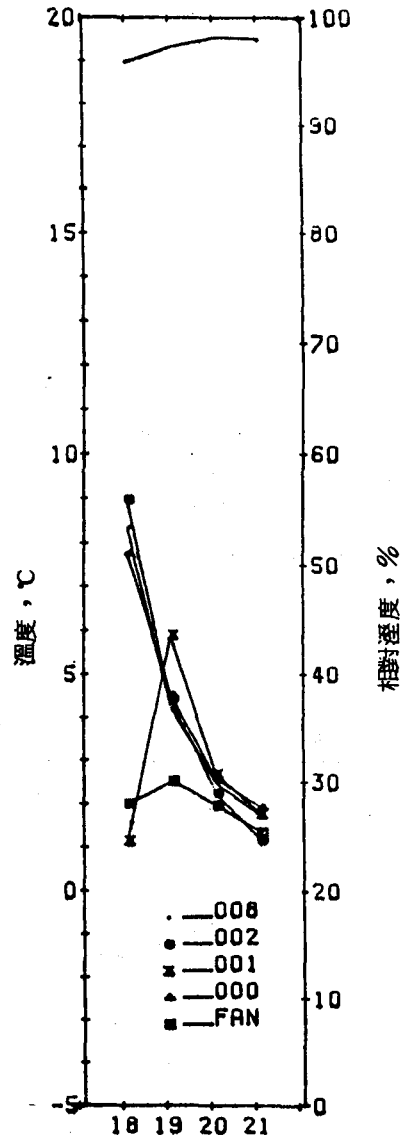
圖四 長期冷藏胡蘿蔔的溫度和空氣相對濕度的變化



圖五 長期冷藏胡蘿蔔的溫度和空氣相對濕度的變化

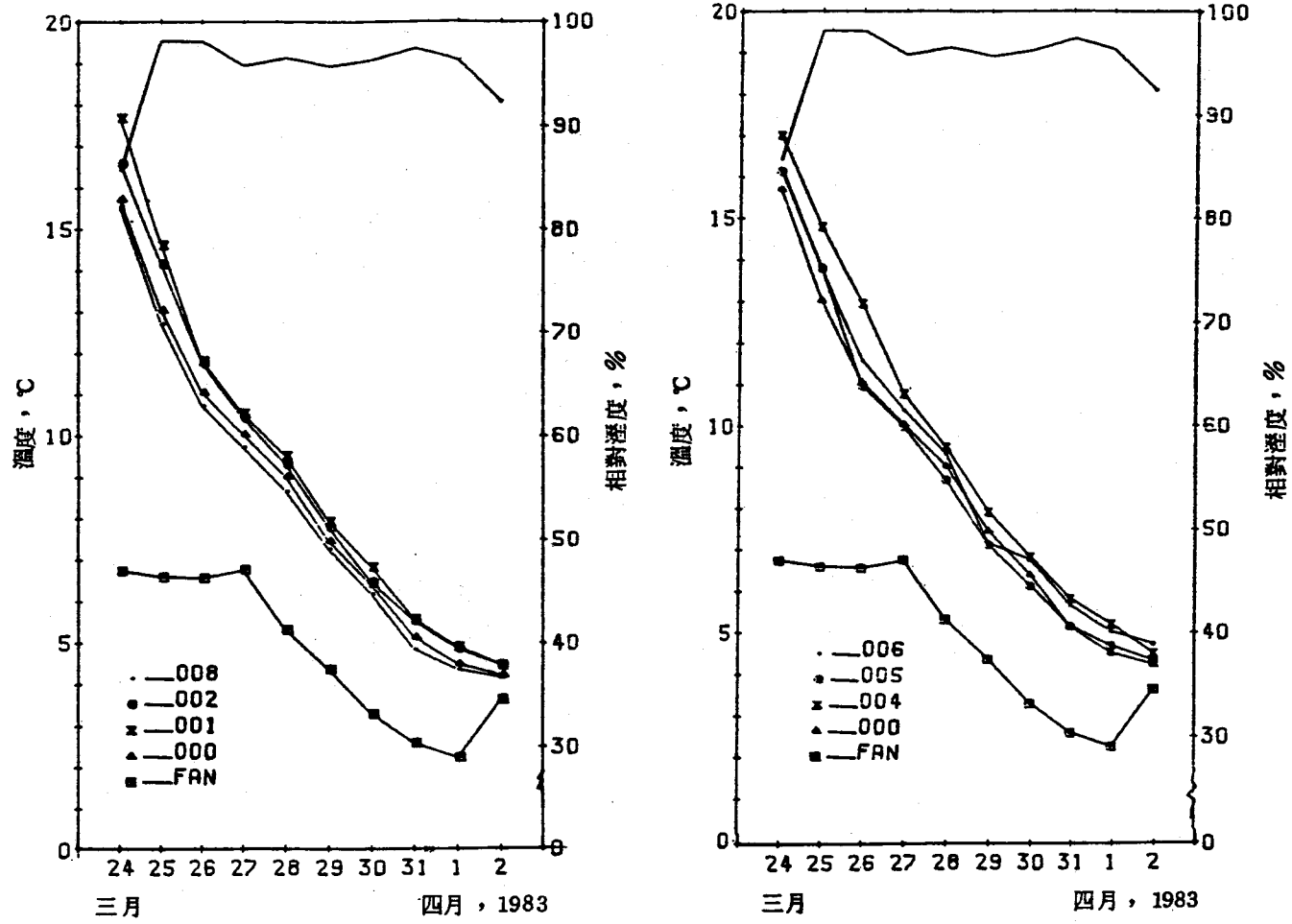


三月，1983

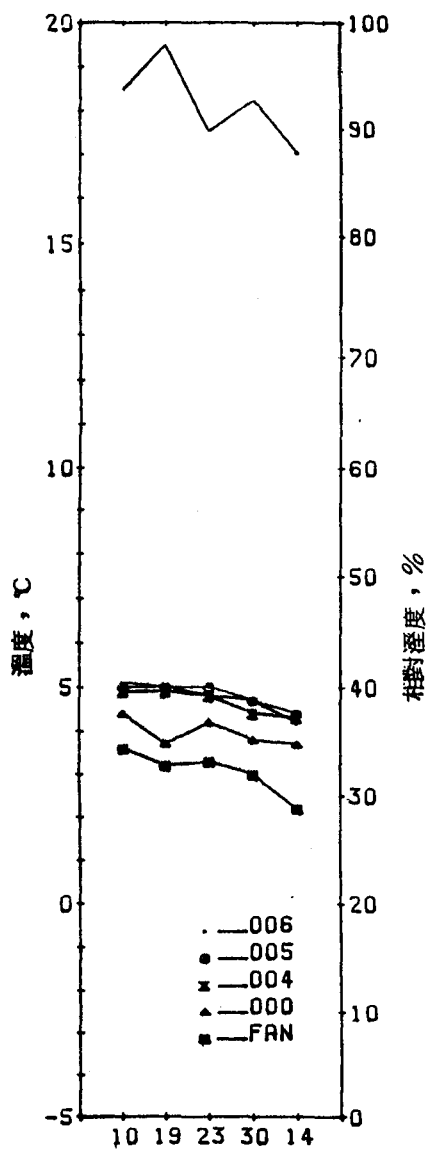
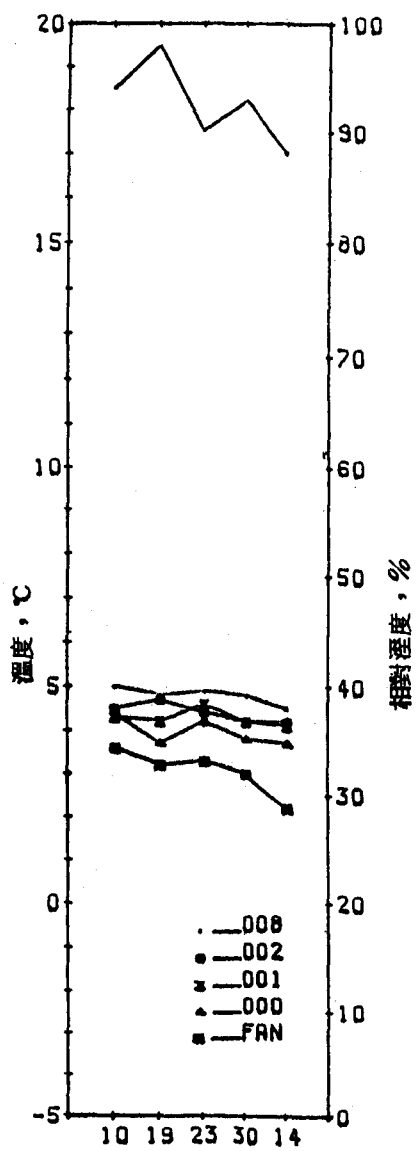


三月，1983

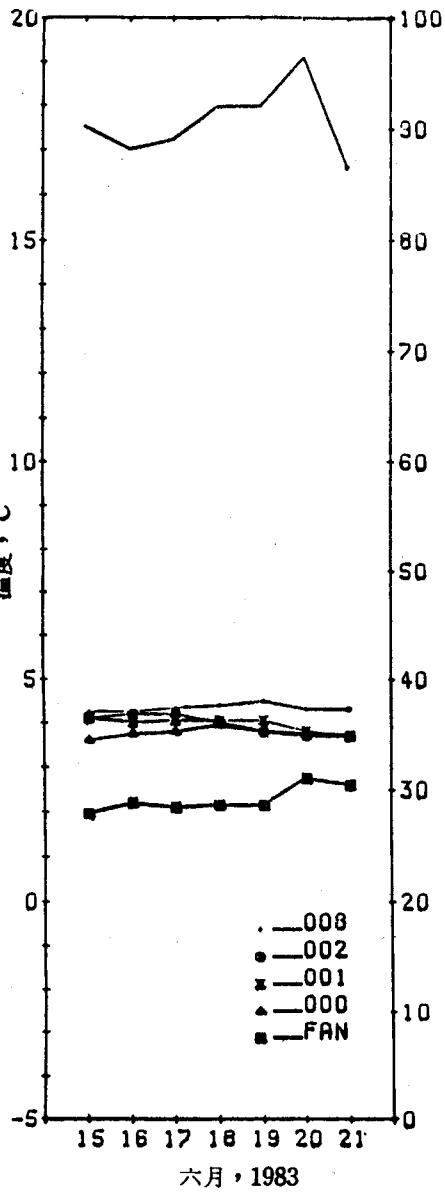
圖六 一箱馬鈴薯在 2°C 和 95 % 相對濕度倉間溫濕度變化的情形



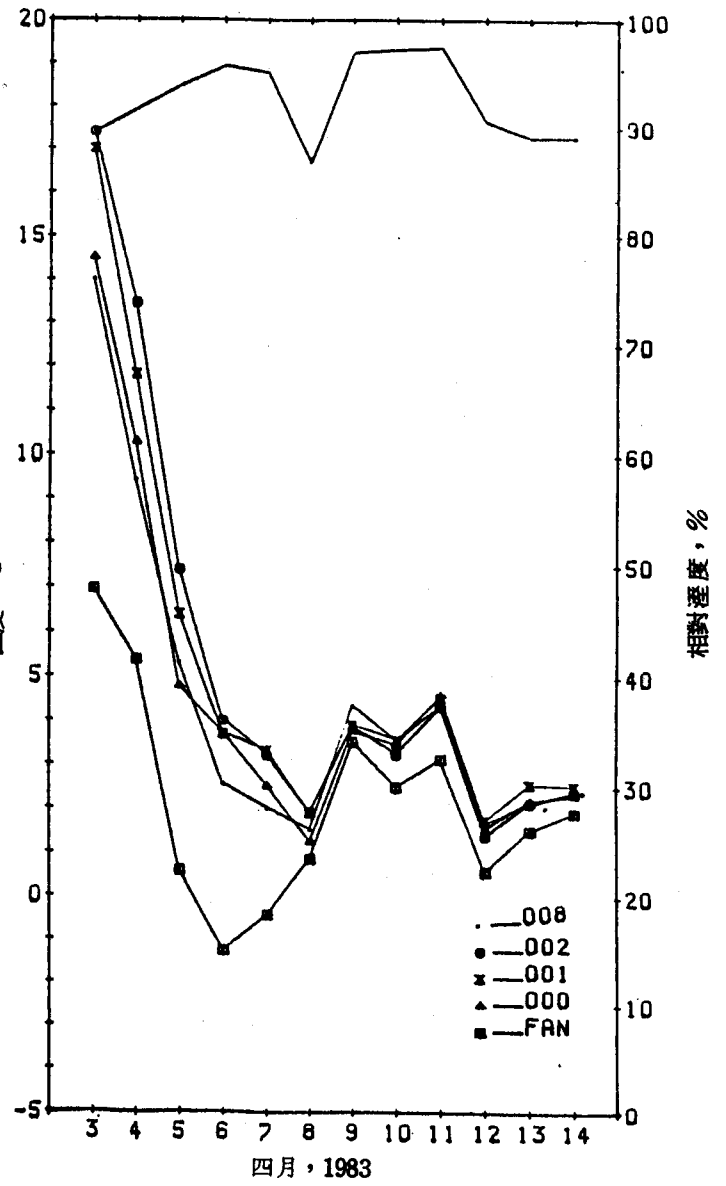
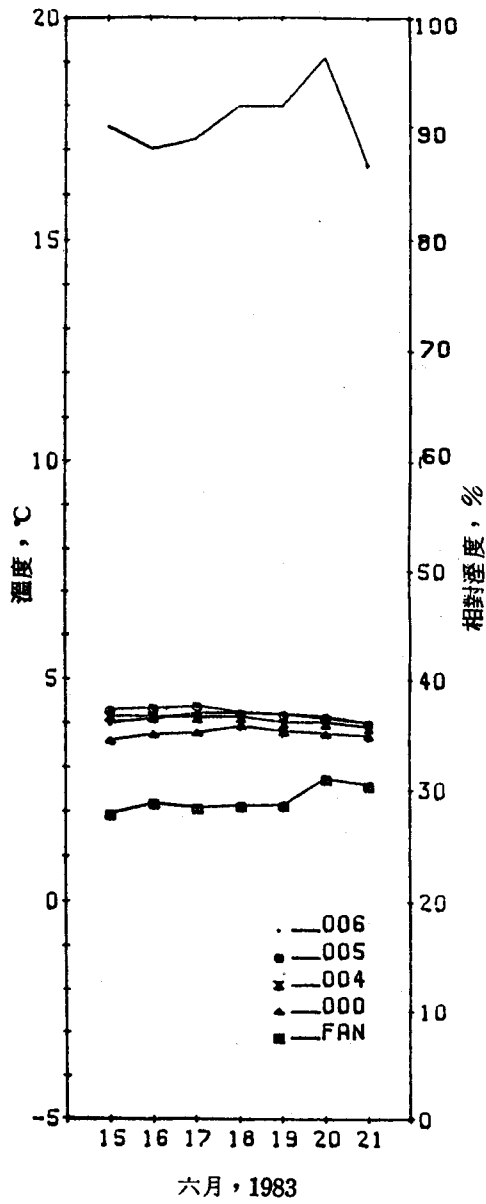
圖七 馬鈴薯進倉溫度與濕度變化的情形



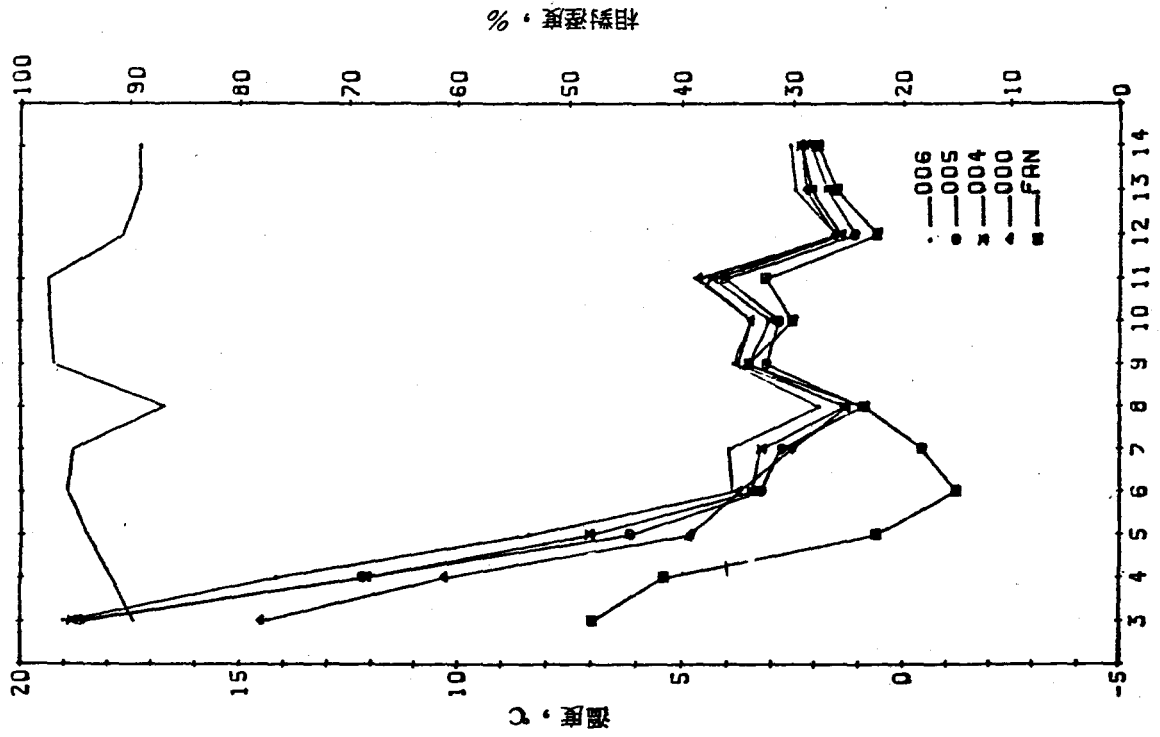
圖八 馬鈴薯冷藏溫度和濕度變化情形



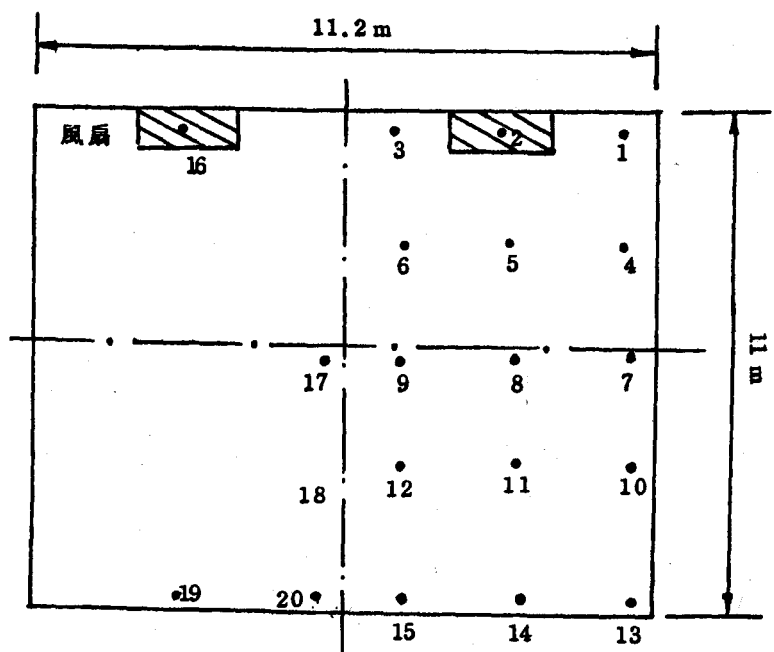
圖九 馬鈴薯在出倉前的溫度和濕度變化情形



圖十 洋葱剛進倉時溫度和濕度的變化情形



四月, 1983  
圖十一 洋蔥剛進倉時溫度和濕度的變化情形



圖十二 風速測試點分佈圖例

降到設定的條件時，其估計的貯藏期將減為 57 天

$$(6 + \frac{14-6}{14} \times 90 = 57 \text{天})。$$

由上面兩個估計的貯藏期，可見預冷設備對於貯藏期的影響是相當重要的。因之要改善目前的冷藏庫，首先要改善目前的預冷處理，最經濟的方法是利用現有冷藏庫設備，適當的排列蔬菜包裝箱或網袋，利用一可移動性的風機，加強空氣流動的速度到 1-2 m/s。

四蔬菜冷藏的研究和人員的訓練

據 1977 年調查臺灣區果菜冷藏設備及業務之結果<sup>(5)</sup>，指出造成果菜腐損的原因中，以冷藏技術不良及管理不善者居首位，佔 42 %；其次為果菜特性即屬不耐貯藏者佔 24 %，再其次為不良的包裝佔 18 %；其他不明原因者佔 16 %。

為了解目前業者對冷藏資料的應用，抽樣調查 8 家冷藏庫的結果如表四。由表四的調查結果，似乎我們在蔬菜冷藏資料的研究和推廣與維護人員的訓練方面仍待加強。只有經由適當的訓練，才能使人為因素所導致的貯藏腐爛減為最低。

表四 蔬菜冷藏資料的來源和維護人員調查

庫名	冷藏資料來源	維護人員素質
葉芳	憑經驗	2 人，大專化工和商科
達昌	日本，中興大學	1 人，高工電機科
全豐	憑經驗	3 人，高工高職 (受過冷藏訓練)
新豐	日本，農發會，經驗	無
豐原市農會	無	1 人，高中
福明泉	憑經驗	無
泰欣	美國，憑經驗	高中 2 人，大專 1 人
正峰	無	無

#### 四、結 論

冷藏庫溫濕度的不均勻原因為倉間風速分佈不均勻。在測定 12 家冷藏庫中，其風速分佈介於 1.0±0.94 m/s 到 0.27±0.2 m/s。適當的風速應介於 1.0~2.0 m/s。

冷藏庫內溫度不均勻的另一原因為冷藏庫絕熱效果差。測量 6 家冷藏庫牆壁的熱傳導係數介於 0.281~1.350 w/m°C，相差有 5 倍之多，不良的絕熱設備會增加冷藏庫耗電量。

紙箱裝或網袋裝馬鈴薯、洋葱和胡蘿蔔的進倉品溫為 14~19°C 時，在冷藏庫設定溫度 2~4°C 和相對濕度 95 % 之下，約需經過 10~12 天，品溫才會降到冷藏庫設定溫度。

要改善目前臺灣的冷藏庫使適合長期蔬菜冷藏，以調節供需，維護生產和消費者的權益，下列項目仍待改善：

1. 改進目前冷藏庫的預冷裝置。
2. 整修現有的冷藏庫，使不漏氣。
3. 增加絕熱材料和適當的防濕屏障。
4. 加強溫濕度控制系統的準確度。

5. 加強有關冷藏技術的應用和研究。

6. 加強冷藏庫專業人員的訓練。

7. 在運銷過程中，注重工程、園藝、經濟和植病專家的密切配合。

#### 五、參考文獻

1. 陳如茵、楊瑞森和呂理焜，1982. 甘藍及結球白菜大規模冷藏，研究報告 268 號，食品工業發展研究所。
2. Lutz, J. M. and R. E. Hardenburg, 1977. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. U. S. Government Printing Office, Washington, D. C. 20402.
3. Mitchell, F. G., R. Gullou, and R. A. Parsons. 1972. Commercial cooling of fruits and vegetables, Manual 43, Agricultural Publications, University of California, Berkeley, California 94720.
4. Ryall, A. L., and W. J. Lipton, 1972. Handling, Transportation and Storage of Fruits and Vegetables. The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, U. S. A.
5. 孫全鈞、廖武正，1977. 臺灣區果菜冷藏設備及業務調查報告。中興大學農產運銷系編印。