

# 真空預冷

## 摘要

預冷為穫後處理之一，乃為短時間內，除去剛採收果蔬之田間餘熱，降溫至設定溫度。以防止其腐敗，確實達成保存原有之鮮度與品味，延長其安全貯藏期與減輕冷藏庫之凍負荷。真空預冷（Vacuum Cooling）為預冷方法之一，本文乃針對解決台灣區果蔬運銷過程中普遍缺乏冷藏貨櫃與預冷設施而導致果蔬損耗之工程技術問題，達至果蔬保鮮與調節供需的目的。再則，在蔬菜運銷損耗中以葉菜類為甚高達百分之卅。減少葉菜運銷損耗的方法常用以真空預冷處理。

在台灣由於葉菜類的種類多且生長期短，菜種之間的取代性高，週年都有短期葉菜類，因此平均菜價不高，一般對採收後的包裝處理工作並不重視，損耗率均相當高，據調查，由中南部主要產地運到台北消費地，大包裝者因機械傷害及失水萎凋等損耗高達 30~40%，都市近郊小包裝蔬菜直銷市場者則損耗率極低，幾近乎零。足見葉菜類採收後如能妥善控制每一處理過程，減少傷害，採取適當的包裝與貯運，必能減少損失，同時保持鮮度。

蔬菜是屬於易腐性高的產品，為了延長產品的保鮮期，採後應進行預冷處理使產品儘速降溫度，避免產品因高溫而損耗。真空預冷降溫的原理是利用為，產品表面的水份蒸發帶走大量的汽化熱而降溫。在減壓狀況下，表面水份可不斷的蒸發而使溫度持續降低，因此面積與體積比大的產品最適合使用，目前是應用在葉菜類蔬菜降溫及保鮮效果上最好的預冷方式。與其他預冷方式比起來，其最大的優點是處理速度快，每次處理量大，且操作簡單。真空預冷在歐、美及日本等國已行之多年，在美國大量應用在結球萵苣預冷，但其他產品較少使用。日本除了在葉菜類蔬菜上應用外，有部分使用在體積小的果菜

類，如甜椒、毛豆等。國內在兩年前開發出中小型的真空預冷機，目前已成功的應用在蔬菜的預冷保鮮處理上。國內真空預冷技術雖然發展較晚，亦只限定在葉菜類上，但因國內葉菜類種類中不結球葉菜類是重要的蔬菜，因此真空預冷應用在蔬菜不同的運銷通路上（含內銷外銷）均可發揮不少的功效。

## 第一章

### 前言

隨著經濟的發展，國民生活水準的提高，國內消費者對水果、蔬菜品質的要求也相對提高，而園產品的新鮮度是決定其品質及價值的重要因素。蔬果等園產品具有易腐性，乃因收穫後仍具有生命力，其呼吸作用、蒸散作用及其他許多生理變化仍續在進行，這些現象通常會加速產品老化、萎凋、黃化等因而加速品質劣變。且大部分蔬果因水份含量高，組織柔嫩，極易受到機械傷害，從採收到消費的過程中，常因處理不當而造成品質劣變或損耗。俗話說「行百里而半九十」，可見如果沒有小心的處理，將使得多日來辛苦生產出來的產品在數小時內使品質降低，甚或造成損耗，實在是很可惜的事。目前國內的農產品生產是質重於量，因此良好的採後處理及保鮮技術以確保產品品質已是蔬菜生產上逐漸受到重視的一環。降低溫度是蔬菜保鮮的最佳手段，因低溫可抑制引起產品劣變的生理變化進行，在不引起寒害和凍害的條件下，愈快降到適當低溫對產品的保鮮愈好。

新鮮農產品採收後仍具有生命力，其呼吸作用、蒸散作用及其他許多生理變化仍繼續在進行，這些現象通常會加速產品老化、萎凋及黃化等。低溫可抑制引起產品劣變的生理變化進行，及減緩病原菌滋生，因此降低溫度及適當的溫度管理在園產品保鮮處理上是一項很重要的工作。所謂「預冷」是指在短時間內將產品降溫，通常須在數分鐘到數小時內達到所需的低溫，由於需掌握時效，因此預冷處理實際上包含許多在不傷害產品情形況下快速降溫的技術，而不是只有單純的降溫手段。如集貨至運輸或貯藏前短時間內大量產品的降溫技術。經過預冷後的產品基本上溫度已經降至合理程度，接下來的其他溫度管理措施才可接著進行，例如在低溫中進行較長期的貯藏，或進行低

溫運輸以減少運輸期間的損耗。

最近在有關園產品採後處理技術方面，預冷的觀念愈來愈被重視。真空預冷技術是目前操作最簡便及效率最高的預冷技術，在產地已漸為運銷業者所喜愛。何謂“真空預冷”、其對蔬菜保鮮有何重要性，因此亦將於往後章節中進一步介紹。

## 第二章

### 蔬菜採收後的生理變化及各項預冷方式之原理

園產品採收後會累積大量的田間熱及呼吸熱，這可由觀察包裝箱內中心溫度會高於產品四週氣溫許多的現象得知，因為產品會不斷的釋放出熱量，並在通風不良的包裝產品內部累積。農產品中蔬菜等園產品最易敗壞，是因為園產品特性上具有較高的呼吸速率及蒸散速率，高溫則更加速以上生理現象而加速產品的老化及劣變。例如高呼吸率促使產品容易老化，高蒸散率使產品容易失水萎凋，而高溫促使病原菌容易生長。本省蔬菜夏季期間自中南部北運台北市場後，紙箱內累積的溫度平均高達 35~40℃，在此高溫下輕微者造成失水萎凋，嚴重時造成腐爛及異味產生，尤其雨天或災害後搶收的產品更是無法忍受如此高溫，將使產品損耗更嚴重。因此運輸前降溫將可減少運輸期間因高溫造成產品的品質降低或腐敗。

此外，產品將進行冷藏時，常會在短時間內大量入庫，而此大量入庫後通常使冷藏庫負荷過重而無法快速降溫，有時需長達數天時間才會降到所須的冷藏溫度，如此一來會失去產品低溫冷藏保鮮的時效而降低了保鮮的效果。這對想要進行長期貯藏的產品來說甚為重要，因為延緩降溫速率將大大降低其貯藏壽命。因此產品大量入庫前若能先行預冷降溫，縮短入庫後降溫時間，對產品貯藏壽命將有助益，且能減少冷藏庫冷凍負荷的設計以降低冷藏庫建造及使用成本。

基於減少損失就是間接的增產，我們得加強研究減少損失的技術，首先應瞭解葉菜類採收後的生理變化，影響其劣變的因子，進而提出正確有效的處理技術，供生產者，運銷業者及消費者參考。

#### 2-1 蔬菜採收後的生理變化：

蔬菜採收後其組織細胞之生理、生化活動仍不斷進行著，如：呼

吸作用、蒸散作用、乙烯生成、成份變化、微生物的接觸，以及有發芽、發根、萎凋、老化及腐爛等現象，這些均會影響蔬菜的商品價值，所以先瞭解採後的各種生理變化，再配合適當方法加控制使保持產品的品質與新鮮度。

### 2-1-1 呼吸作用：

呼吸是植物吸收氧氣，將體內的有機物由酵素作用氧化產生二氧化碳、水和能量的作用，採收後的蔬菜為維持生命，必須進行此作用以維持正常的代謝作用。但採後的葉片已被切離母株，得不到養份的供應，運銷程過中多處於黑暗環境下，使光合作用受阻，必需仰賴採收前所貯藏的養份，所以當某種蔬菜的代謝反應愈旺盛，則對能量的需求就愈大，所表現的呼吸作用就愈強盛，亦即產品整體的呼吸作用強度可反映產品內部生理活動的強弱，因此測定蔬菜的呼吸作用強度可作為採後處理的指標。例如同樣是屬於葉菜類的小白菜及甘藍菜，小白菜在 20℃呼吸速率為 120 mg CO<sub>2</sub>/kg · hr，甘藍菜為 35 mg CO<sub>2</sub>/kg · hr，前者的呼吸速率高，釋放二氧化碳較多，同時產生熱能亦高，所以採收後必須迅速降溫，降低其呼吸速率，使能減少養份的消耗，因此小白菜採收後需以迅速預冷處理措施是保鮮的第一要務，然小白菜的保鮮期限仍較甘藍短，甘藍菜的呼吸率較低，生理代謝反應較緩慢，故採收後迅速降溫，能維持在低溫環境下貯藏，其貯藏期限可達到約 3 至 4 個月。

### 2-1-2 蒸散作用：

植物組織內的水份以水蒸氣的狀態由葉片及莖的氣孔蒸散掉稱蒸散作用，採後的葉菜會因蒸散作用使得重量損失、萎凋、質地軟化、

失去脆度及加速老化，降低營養價值。由於葉菜的表面積大，表皮的角度質層較薄，蒸散面積大故失水亦較快，若以降低溫度及增加濕度的方法則可以減少蒸散，例如小白菜等葉菜，可以忍受澆水，採用冰水預冷或販賣時經常噴水，均有減少蒸散失水的效果。

### 2-1-3 乙烯的生成：

乙烯是一種氣體狀態的植物荷爾蒙，只要極微量就會影響植物的生理變化，葉菜類亦會產生乙烯，但一般產生量都較低，產品體內產生的乙烯排出至體外聚集在容器或貯運環境中可影響到鄰近的產品，刺激呼吸作用，破壞葉綠素使葉色由綠轉黃，促進離層產生使葉片脫落，促進組織纖維化，有的引起生理障礙，如結球萵苣的銹斑病，使葉柄上出現紅褐色的斑點，如同生銹斑影響商品價值。

### 2-1-4 成份變化：

葉菜類採收後許多成份不斷變化，水份含量降低使脆度降低。綠色蔬菜因葉綠素分解使其含量降低，葉色轉黃，糖份含量因呼吸作用消耗而降低。維生素及有機酸含量降低，葉菜類含有許多膳食纖維，採後因素會影響組織細胞壁的成份變化，失水及乙烯均會促進木質化及纖維化而降低品質、口感及食味。香氣是揮發性物質，各種葉菜類有其特有的香氣，採收成熟度及貯存的環境會影響香氣的產生與釋放，在堆積缺氧的環境會產生異味。

### 2-1-5 生長：

多數葉菜類含有頂芽生長點，採收後生長點繼續長新芽而消耗外葉的養份，促使外葉逐葉黃化、老化而降低商品價值，溫度愈高生長現象愈明顯，溫度低則生長較緩慢。

## 2-2 影響葉菜類品質劣變的因素：

葉菜類的品質除了受上述本身的生理變化外，外界環境性、機械性及病理的傷害均會使得品質降低甚至腐爛而完全失去商品價值。就環境性因素有下列：

### 2-2-1 溫度：

葉菜類的品質受溫度的影響極大，通常在適宜溫度範圍內，每增加 10℃，產品敗壞速率加速 2~3 倍，並加速產生生理劣變及由病菌引起的腐爛，所以葉菜類採收後能立即做預冷降溫，則可以迅速降低呼吸、蒸散作用及許多生理活動與病原菌的繁殖，對葉菜的保鮮有很大的效用。

### 2-2-2-濕度：

蒸散速率與周圍大氣中的相對濕度有負相關關係，即相對濕度愈高蒸散速率愈低，葉菜類本身含水量高，其組織細胞間隙充滿的大氣通常接近 100% 的相對濕度，故外界相對濕度低則快速蒸散，因此貯藏時需注意冷藏庫維持高濕度或以包裝袋包裝，使維持其週圍高濕度，減少蒸散失水，保持高鮮度。

### 2-2-3 大氣組成份：

空氣中含氧約 21%，二氧化碳約 0.03%，貯藏環境中降低氧氣濃度，提高二氧化碳濃度，可使產品降低生理活性及延長貯藏壽命。若氧氣與二氧化碳濃度有嚴格精確的控制，稱為氣調貯藏，若低氧與高二氧化碳只是個概數而沒有精確控制，稱為氣變貯藏。葉菜類無論採用氣調貯藏或氣變貯藏均能降低葉綠素分解及保存品質。使用塑膠袋包裝是屬於氣變貯藏，其保鮮效果勝於不作包裝者。但各種產品

對低氧及高二氧化碳的忍受度不同，氣變貯藏沒有精確的控制，有時容易造成氧氣過低或二氧化碳累積過高而遭受生理障礙，此種情況要注意有適當的通風孔道可以排放二氧化碳及補充氧氣。乙烯會促進葉菜黃化、老化，各種產品對乙烯的敏感度亦不同，對乙烯敏感的使用乙烯吸收劑能有效減輕乙烯的作用，例如甘藍菜貯藏時紙箱內有放置乙烯吸收劑者，貯藏三個月仍新鮮翠綠，而沒放乙烯吸收劑者則異常黃化。

#### 2-2-4 光線：

葉菜類在田間，葉片組織進行光合作用，葉色呈濃綠色或呈其特有的淺綠色，採收後在沒有光線的環境下，葉綠素分解葉片綠色逐漸減退轉黃，降低商品價值。甘藍菜經長期貯藏最後調理時剝掉外葉，內部葉片幾乎呈黃白色，若再給予數天的照光，尚可形成綠色的外葉，如圖 3，擺在超市櫃架上的葉菜若能給予少許照光，可增加其綠色度。

#### 2-2-5 其他因素：

採收後表面擦傷、折傷、壓傷等物理傷害會加速腐敗。使用殺菌劑、植物生長調節物質有的會延緩產品內在因素所引起的變敗，但要注意使用合法的種類及合理的濃度。

葉菜類是屬於極容易敗壞的蔬菜，由於其組織結構及生理特性，使得其品質迅速下降，貯藏期限很短。要做好採收後的處理需涉及產品的種類、品種、田間管理、病蟲害管理、適當的採收成熟度，減少機械傷害，採收後的預冷，溫度及濕度的管理，貯藏期間大氣成份的影響，乙烯吸收劑的運用，包裝容器與包裝方法的適當選擇均有助於保鮮，延長貯運壽命。尚需注意有些蔬菜會有低溫寒害的問題如(表 2.1)。

表 2.1 葉菜類貯藏溫度、濕度及概略貯藏期限

| 品 名  | 溫度℃ | 相對濕度 | 概略貯藏期限 | 備 註        |
|------|-----|------|--------|------------|
| 小白菜  | 0   | 95   | 21     |            |
| 青梗白菜 | 0   | 95   | 28     |            |
| 芥 藍  | 0   | 95   | 28     |            |
| 芥 菜  | 0   | 95   | 30     |            |
| 甘 藍  | 0   | 95   | 90     |            |
| 結球白菜 | 0   | 95   | 60     |            |
| 菠 菜  | 0   | 95   | 21     |            |
| 結球萵苣 | 0   | 95   | 28     |            |
| 葉萵苣  | 0   | 95   | 21     |            |
| 芹 菜  | 0   | 95   | 28     |            |
| 茼 蒿  | 0   | 95   | 21     |            |
| 青 蔥  | 0   | 95   | 21     |            |
| 青 蒜  | 0   | 95   | 30     |            |
| 韭 菜  | 0   | 95   | 14     |            |
| 芫 荽  | 0   | 95   | 21     |            |
| 紅鳳菜  | 8   | 95   | 7      |            |
| 隼人瓜苗 | 10  | 95   | 7      |            |
| 落 葵  | 8   | 95   | 7      |            |
| 莧 菜  | 10  | 95   | 7      | 低於 10℃ 有寒害 |
| 蕹 菜  | 10  | 95   | 10     | 低於 10℃ 有寒害 |
| 甘藷葉  | 10  | 95   | 7      | 低於 10℃ 有寒害 |
| 九層塔  | 15  | 95   | 7      | 低溫寒害       |

### 2-3 採後保鮮首要工作—預冷：

”預冷”，顧名思義是”預先冷卻“，最早預冷是指產品在裝運前預先冷卻，以防止產品在運輸期間因高溫引起產品敗壞發生。但發展至今，預冷的意義乃泛指園產品在運輸、冷藏或加工前所採行的一種將產品本身所含田間熱及累積的呼吸熱除去，使產品快速降溫的處理措施。預冷在時間上是有限制的，通常需時數日的冷卻作業不能稱為預冷；一般而言，預冷的冷卻速率要快，應在數十分鐘或數小時內完成，以掌握保鮮時效。

菜種類繁多，對於不同預冷方法的適應性必需視產品的特性、對冷卻速度的要求及包裝處理方式等而定。預冷的冷卻速率要求取決於蔬果的種類及預冷方法。欲決定預冷的終點，須先行製作預冷降溫曲線，以預冷時間及產品溫度作圖，如(圖 2.1)。預冷開始時降溫速度快，但隨著產品溫度降低，降溫速度變慢，溫度降到產品最初溫度與冷卻介質溫度差的一半時，所需的時間稱半預冷時間。一般情況下，半冷時間不因產品溫度而改變，例如若由溫差  $30^{\circ}\text{C}$  減為  $15^{\circ}\text{C}$  須時 2 分鐘，則由  $15^{\circ}\text{C}$  減至  $7.5^{\circ}\text{C}$  亦須 2 分鐘，而一般用  $7/8$  預冷時間（3 倍的半預冷時間）作為商業上操作的實際估計。

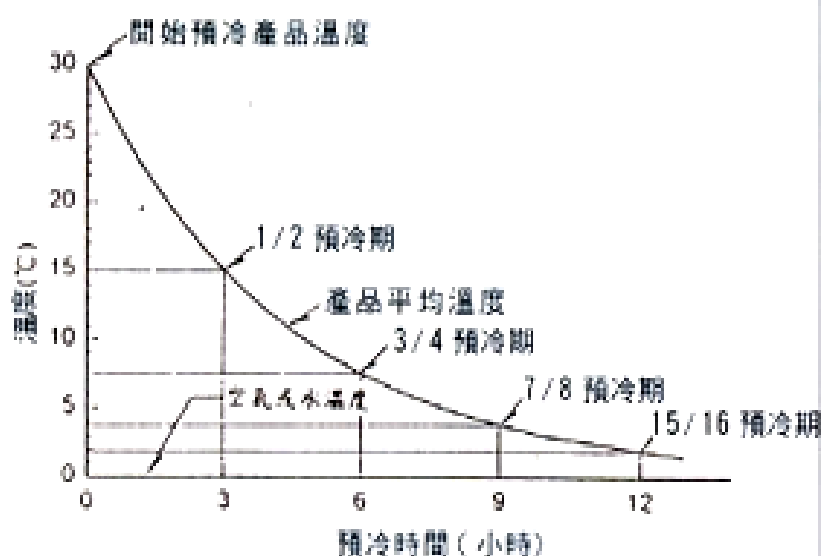


圖 2.1 完成產品預冷需 9 小時的降溫曲線圖

葉菜採後迅速移去田間熱，以降低生理活動，減少失重及腐爛，儘可能保持原有的鮮度和品味。預冷的速度要快，應在數分鐘至數小時之內完成，需時數天的冷卻能稱預冷。葉菜品溫下降後再入冷藏庫待銷，能維持較好的品質。可減少冷凍機的負荷，同時避免容器內部積熱導致的腐爛。

適當的溫度管理在園產品採後處理上是一項很重要的工作，預冷處理是在短時間內將產品降溫，通常在數分鐘到 24 小時內達到所需的低溫。由於需掌握時效，因此預冷處理實際上包含許多在不傷害產品情況下所進行的快速降溫的技術，而不是只有單純的降溫手段。例如在集貨至運輸或貯藏前的短時間內將大量產品迅速降溫的技術。

經過預冷後的產品基本上其溫度已經降至合理程度，接下來的其他溫度管理措施才可接著進行；例如在低溫中進行較長期的冷藏或經短暫的冷藏後裝入低溫貨櫃中運輸到終點市場，以完成所謂的低溫運銷保鮮系統。

在前面一再提到預冷作業通常需符合在短時間內處理大量產品的需求，因此預冷作業目前大都已是獨立於冷藏之外的另一項作業，而且需要一些特別的設備來完成，並在特定的空間中來實施。目前已被實際採用的預冷方法可以分為下列幾項：冰水預冷、室內風冷、壓差預冷、真空預冷以及碎冰預冷等，在未進一步詳述預冷方法前，我們先來了解一下影響產品預冷時降溫速率的因素，包括以下幾項：

1. 冷卻介質與產品間的溫度差：冷卻介質本身的溫度愈低，或冷卻介質與產品間的溫差愈大，達到預冷所需低溫的時間愈短，冷卻速度愈快。
2. 冷卻介質的個別吸熱特性：冷卻介質包括冰水、碎冰及冷空氣等，

其中以冰水的吸熱效果最好，冷空氣的效果最差。

3. 冷卻介質的流動速度：單位時間內有愈多的介質與產品接觸，則冷卻的速度愈快，如冰水流速，冷空氣的循環速率等。
4. 產品與冷卻介質接觸的程度：冷卻產品的包裝方式如塑膠袋包裝，或開孔不足的紙箱均使預冷效率降低，空氣的流動路線也會影響產品與冷卻介質接觸的程度。
5. 產品的形狀與體積：表面積大的產品如葉菜類或體積小的產品如草莓其冷卻速度愈快。

預冷的方式有冰水預冷、室內風冷、壓差預冷、真空預冷和碎冰預冷。以下就目前國內外常用的預冷方法逐一介紹。

### 2-3-1 冰水預冷(Hydro Cooling)

冰水預冷是以冰水為冷卻介質的預冷方法，操作方式可分為(1)連續式(2)分批式兩種，連續式設有鏈條輸送帶，將產品放在輸送帶上慢慢通過冷卻室。分批式一般設有吊車或利於起重車操作的滾輪。冷卻室中的處理方式有沖淋式及流水浸泡式，前者可用於甜玉米，後者可用於竹筍，一台商業用的沖淋式預冷機其冰水沖淋的水量應達 400～600 公升/分鐘/平方公尺作業面積。

冷卻水的降溫方式一般有：(1)直接應用冷凍系統的蒸發器，(2)應用儲冰系統(冰水槽可蓄冰用)，(3)利用外來冰塊(可節省設備費)。冰水是吸熱效果最好的介質，所以如果產品能忍受冰水處理，且能依照正確的方法來操作，冰水預冷將是一種迅速且有效的預冷方法。要使預冷能順利進行，必須使冰水溫度維持在 1℃ 左右，因此預冷設備必須有足夠的冷凍容量才行。

使用冰水預冷時常見的問題有：(1)水的溫度不夠低，(2)水的流速或沖淋的水量不夠大，(3)產品在預冷機中停留時間不夠長；因此使

得預冷效果大打折扣。另外，由於冰水是循環使用的，經常會累積大量有機質及腐敗微生物而使產品受到污染，因此須隨時注意冰水槽中的水質，並不時加入殺菌劑，如 100ppm 氯水，進行消毒。適用冰水預冷的蔬菜有竹筍、蘆筍、芹菜、莧菜、空心菜、網紋洋香瓜、毛豆、豌豆莢、敏豆、甜玉米等。



圖 2.2 竹筍以浸水式保鮮



圖 2.3 冰水預冷完的產品以紙箱包裝，內部需襯塑膠袋

### 2-3-2 室內風冷（Room Cooling）：

是利用冷藏庫內循環的冷風將產品品溫下降的方法。冷風扇安裝在庫房側天花板下，冷風水平吹向庫房對邊，經過庫內堆積之產品，風再返回。室內風冷的設計較簡單，降溫速率較慢，不適合呼吸速率高的產品。室內風冷以冷藏庫中的冷空氣作為預冷介質。在美國室內風冷被廣泛應用於水果的預冷，但較少用於蔬菜。不過在日本亦普遍應用在蔬菜上。使用冷藏庫中的冷空氣預冷須有下列條件才行：

- (1) 庫房內的冷風循環路徑足以使庫房內各處的溫度均一。
- (2) 產品周圍風速應有 1~2 公尺/秒,待冷卻作業完畢,貯藏作業開始時,風速可降 0.05~0.1 公尺/秒。
- (3) 堆積方式需使冷風流暢
- (4) 包裝箱本身需透氣性良好。

室內風冷的優點是操作簡單，只要具備一般的機械冷藏庫即可進行。但由於冷空氣本身的吸熱效果差，冷卻效率低，預冷時間通常需要 4~24 小時以上，因此通常只應用於貯藏前預冷，較少應用於運輸前短時間預冷。適用室內風冷的蔬菜有胡蘿蔔、甘藍、結球白菜、花椰菜等大宗貯藏的產品，及一般果菜類。



圖 2.4 甘藍菜預冷後明顯提高保鮮期



圖 2.5 結球白菜預冷後(左)保鮮效果較對照組佳(右)

### 2-3-3 壓差預冷(Forced-air Cooling)：

是在冷藏庫內利用堆放方式及抽氣風扇使產品包裝箱兩側造成壓力差，冷風由包裝箱之一側透過風孔及空隙，經過箱內產品間隙，再由包裝箱之另一側出去，因此冷風是以貫入包裝箱內與產品直接接觸，故冷卻速率較室內風冷快，亦可做成隧道式如(圖 2.6)、冷壁式如(圖 2.7)，用強風造成壓差，快速達到冷卻的效果。一些不適合用水冷方式預冷的蔬果，採用強風壓差預冷當可快速達降溫之效果，又不會造成水傷，如韭菜、草莓、小胡瓜、苦瓜等當可適用。使用此法需注意冷風量充足，產品堆積方式需使冷風流暢，包裝箱之透氣孔面積應佔側面積的 5%，才能使透氣良好。

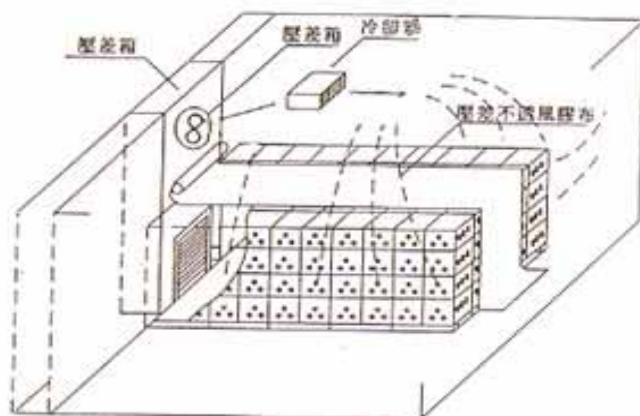


圖 2.6 隧道式壓差預冷庫示意圖

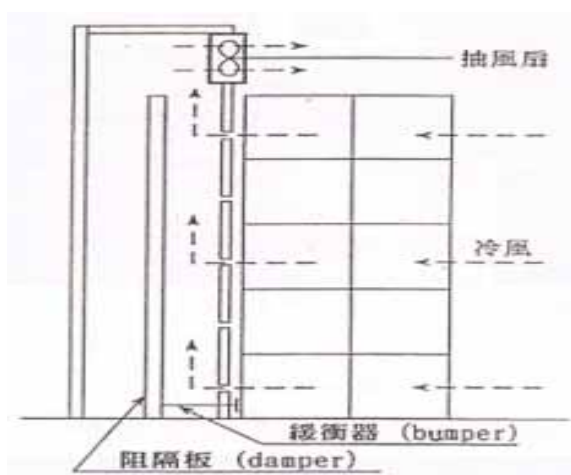


圖 2.7 冷壁式壓差預冷庫示意圖

壓差預冷是室內風冷的改良方法，它與室內風冷不同之處在於使用抽風扇使包裝箱兩側造成壓差，使冷風由包裝箱之一側經過包裝箱上的通風孔進入箱內與產品直接接觸，將熱帶走，在短時間內使產品的溫度迅速降低。抽風扇風靜壓須在 50 mm 水柱以上，每公斤產品須要有 0.05CMM 以上的風量(CMM，立方公尺/分鐘)，抽風扇風壓(或風量)愈大，冷卻效率愈高，但相對耗能也愈大。一般而言，壓差預冷效率較室內風冷快 4~10 倍，例如草莓在 0.5℃ 冷風中進行壓差預冷，可在 1 小時 15 分鐘內由 24℃ 降至 4℃，對於許多不適冰水等其

他預冷方法的產品，壓差預冷是一種很理想的預冷方式。壓差預冷的唯一缺點是操作較繁雜，產品須依一定的方式排列，若排列不良造成抽風時壓差無法形成，則使預冷效率大打折扣。

#### 2-3-4 真空預冷（Vacuum Cooling）：

真空預冷是將產品放在一個耐壓倉中，然後抽氣降低倉內壓力，在正常大氣壓力下(760 毫米水柱)，水的沸點是 100℃，隨著氣壓力的降低，水的沸點降低，當壓力降為 4.6 毫米水銀柱時，水的沸點降低為 0℃，水由液態變為氣態帶走大量的熱，產品溫度亦迅速降低。由於真空預冷是靠水的蒸發帶走熱，故產品每降溫 5℃，約失重 1%，通常真空預冷時產品約須失重 1.5%~5% 不等。由於真空預冷所失去的水份是自產品表面均勻蒸散，只要失水率在 5% 以下，產品因真空預冷所造成的萎凋情況不明顯。較新型的設備則在壓力倉頂部加裝灑水裝置預先加濕。

真空預冷降溫快速，通常在 10~30 分鐘內完成；表面積與容積比大的產品降溫速度更快，如結球萵苣等，且適合已使用具通氣孔塑膠膜包裝的產品。在日本，部份根菜類及果菜類如胡蘿蔔、甜椒等亦採用真空預冷。

真空預冷技術是目前操作最簡便及效率最高的預冷技術，在產地已漸為運銷業者所喜愛，因此亦將於下一章節中進一步介紹。

#### 2-3-5 碎冰預冷（Package-icing）：

是碎冰撒在產品上，與產品一起包在耐水之容器或籬筐中，塑膠籃亦可，不適用於紙箱。碎冰與產品直接接觸，冰溶解時，便使產品降溫，可適用於綠竹筍、菠菜、芹菜、青蔥、青蒜、甜玉米等。有些暖季蔬菜不耐低溫，如莧菜、空心菜，若碎冰直接接觸之位置，會有

凍傷之虞，故應避免直接接觸碎冰，用紙隔開，以減輕凍傷。近年來，消費者對蔬果品質之要求提升，超市日益增加，在產地採收的蔬果能做好適當處理，建立預冷系統，使其在睡眠之狀態，降低生理、生化活性，保持原有之新鮮品質，並建立低溫輸送系統，更能確保高品質及減少損失。目前本省有些農友對預冷作業已有相當知識，有少數農友已被輔導做預冷作業，例如少數夏季葉菜類以冰水預冷，對品質保存及貯藏有良好的效果，夏季採收的綠竹筍，以蓄水式冰水機預冷，保鮮及防止褐化、老化之效果良好；草莓及外銷的菊花，以強風壓差預冷，也做得很好。而尚有許多高經濟價值的蔬果均尚未做。實有必要加強輔導與推動。



圖 2.8 芹菜加碎冰預冷保鮮



圖 2.9 預冷產品貼上標證，以區別一般產品

表 2.2 數種不同蔬菜最適貯藏條件及預冷方式

|     |      |            |            |        | 圖例   |    | 最適 | 適  | 注意               | 不適 |
|-----|------|------------|------------|--------|------|----|----|----|------------------|----|
|     |      |            |            |        | ◎    | ○  | △  | ×  |                  |    |
| 種類  | 菜種   | 最適貯藏條件     |            | 預冷終溫   | 預冷方式 |    |    |    | 備註               |    |
|     |      | 溫度         | 濕度         |        | 水冷   | 強風 | 真空 | 壓差 |                  |    |
| 果菜類 | 番茄   | 綠熟 13℃     | 85 ~ 90 %  | 13℃ 以上 | ○    | ○  | ×  | ◎  | 真空預冷降溫困難         |    |
|     |      | 完熟 7 ~ 10℃ | 85 ~ 90 %  | 7℃ 以上  | ○    | ○  | ×  | ◎  |                  |    |
|     | 甜椒   | 7~10℃      | 90 ~ 95 %  | 7℃ 以上  | △    | ○  | ×  | ◎  | "                |    |
|     | 小黃瓜  | 7~10℃      | 90 ~ 95 %  | 7℃ 以上  | △    | ○  | ×  | ◎  | "                |    |
|     | 茄子   | 7~10℃      | 90 ~ 95 %  | 7℃ 以上  | △    | ○  | ×  | ◎  | "                |    |
|     | 毛豆   | 0℃         | 95%        | 5℃     | ○    | ○  | ◎  | ◎  |                  |    |
|     | 甜玉米  | 0℃         | 95%        | 5℃     | ○    | ○  | ◎  | ○  | 真空預冷注意失水問題       |    |
|     | 菜豆   | 7~10℃      | 90 ~ 95 %  | 7℃ 以上  | ○    | ○  | △  | ◎  |                  |    |
|     | 甜豌豆  | 0℃         | 90 ~ 95 %  | 5℃     | △    | ○  | ○  | ◎  |                  |    |
|     | 草莓   | 0℃         | 90 ~ 95 %  | 5℃     | ×    | ○  | ×  | ◎  | 水冷造成腐爛嚴重         |    |
| 莖菜類 | 洋蔥   | 0℃         | 60 ~ 70 %  | 5℃     | ×    | ○  | ×  | ○  |                  |    |
|     | 青蔥   | 0℃         | 95%        | 5℃     | ○    | ○  | ◎  | ◎  |                  |    |
|     | 蘆筍   | 0℃         | 95%        | 5℃     | △    | ○  | △  | ◎  | 水冷須防止筍尖受傷,真空防止失水 |    |
|     | 結球白菜 | 0℃         | 95%        | 5℃     | ×    | ○  | ○  | ◎  |                  |    |
|     | 甘藍   | 0℃         | 95 ~ 100 % | 5℃     | ×    | ○  | ○  | ◎  |                  |    |
|     | 結球萵苣 | 0℃         | 95 ~ 100 % | 5℃     | ×    | ○  | ◎  | ○  |                  |    |

|       |       |        |            |     |   |   |   |   |               |
|-------|-------|--------|------------|-----|---|---|---|---|---------------|
|       | 葉 萵 苣 | 0℃     | 95 ~ 100 % | 5℃  | △ | ○ | ◎ | ○ |               |
|       | 菠 菜   | 0℃     | 90 ~ 95 %  | 5℃  | △ | ○ | ◎ | ○ |               |
|       | 小 白 菜 | 0℃     | 95%        | 5℃  | △ | ○ | ◎ | ○ |               |
|       | 茼 蒿   | 0℃     | 95%        | 5℃  | △ | ○ | ◎ | ◎ |               |
|       | 莧 菜   | 10℃    | 95%        | 10℃ | ◎ | ○ | ◎ | ◎ |               |
|       | 薺 菜   | 10℃    | 95%        | 10℃ | ◎ | ○ | ◎ | ◎ |               |
|       | 芹 菜   | 0℃     | 95%        | 5℃  | ◎ | ○ | ◎ | ◎ |               |
|       | 蕪 菁   | 0℃     | 95%        | 5℃  | ◎ | ○ | ◎ | ◎ |               |
| 花 菜 類 | 花 椰 菜 | 0℃     | 95%        | 5℃  | × | ○ | ○ | ◎ |               |
|       | 青 花 菜 | 0℃     | 95%        | 5℃  | ○ | ○ | ○ | ◎ |               |
| 根 菜 類 | 蘿 蔔   | 0℃     | 95%        | 5℃  | ◎ | ○ | △ | ◎ |               |
|       | 胡 蘿 蔔 | 0℃     | 98 ~ 100 % | 5℃  | ◎ | ○ | △ | ○ |               |
|       | 牛 蒡   | 0℃     | 98 ~ 100 % | 5℃  | ◎ | ○ | △ | ○ |               |
| 水 果 類 | 蘋 果   | 0℃     | 90 ~ 95 %  | 5℃  | ○ | ○ | × | ◎ |               |
|       | 酪 梨   | 10~13℃ | 85 ~ 90 %  | 15℃ | × | ◎ | × | ◎ |               |
|       | 楊 桃   | 2℃     | 85 ~ 90 %  | 5℃  | ○ | ○ | × | ◎ |               |
|       | 葡 萄   | 0℃     | 85%        | 5℃  | × | ○ | × | ◎ |               |
|       | 番 石 榴 | 10℃    | 90%        | 12℃ | × | ○ | × | ◎ | 世紀拔品種可貯存在 10℃ |
|       | 枇 杷   | 0℃     | 90%        | 5℃  | × | ○ | × | ◎ |               |
|       | 荔 枝   | 2℃     | 90 ~ 95 %  | 5℃  | ○ | ○ | × | ◎ |               |
|       | 芒 果   | 13℃    | 85 ~ 90 %  | 15℃ | ○ | ○ | × | ◎ |               |
|       | 木 瓜   | 10~12℃ | 85 ~ 90 %  | 15℃ | × | ◎ | × | ◎ |               |
|       | 鳳 梨   | 7~13℃  | 85 ~ 90 %  | 15℃ | × | ◎ | × | ◎ |               |

|  |     |        |              |     |   |   |   |   |  |
|--|-----|--------|--------------|-----|---|---|---|---|--|
|  | 梨   | 0℃     | 90 ~ 95<br>% | 5℃  | ○ | ○ | × | ◎ |  |
|  | 柑桔類 | 11~14℃ | 90 ~ 95<br>% | 15℃ | ○ | ◎ | × | ◎ |  |

### 第三章

#### 真空預冷技術原理及運用

真空預冷 (Vacuum cooling) 主體結構為可棧板堆積的真空槽，另須具有真空幫浦以降低倉內壓力。在真空幫浦之前有一冷凍機組是用來凝結幫浦抽出的氣體中之水氣，由於水氣的蒸發會使真空幫浦的負荷加大，因此在真空幫浦之前先行凝結以提高真空幫浦效能如(圖 3.1)。

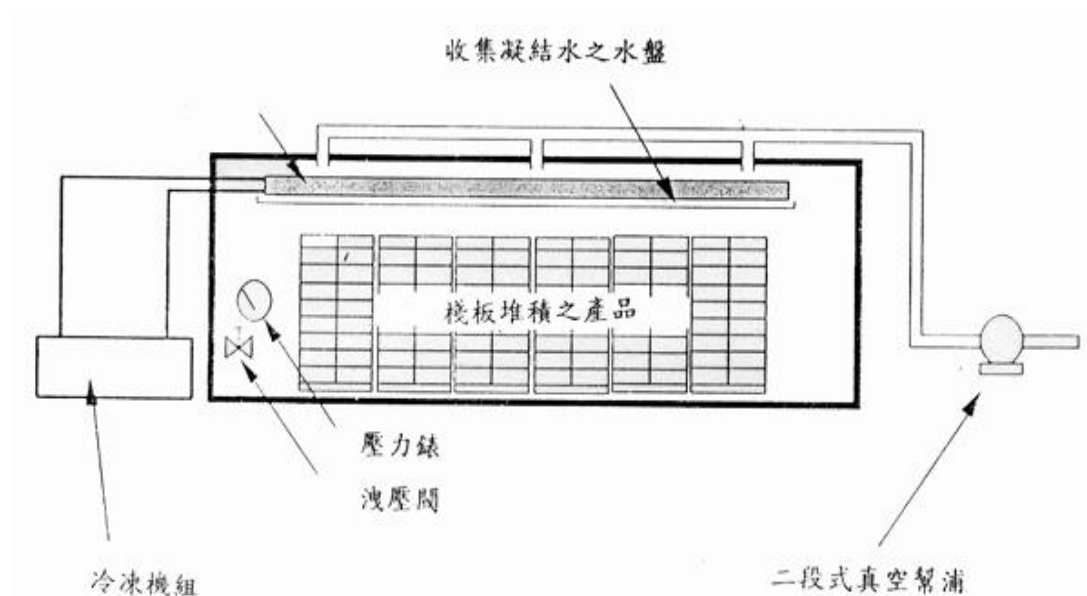


圖 3.1 真空預冷機模式圖

#### 3-1 真空預冷的降溫原理：

處理時將產品以起重機作業，放入真空槽中，起動冷凍機組，然後抽氣降低槽內壓力，在正常大氣壓力下(760 毫米水銀柱)，水的沸點是  $100^{\circ}\text{C}$ ，隨著壓力降低，水的沸點降低，當壓力降至 4.6 毫米水銀柱之壓力終點時，水的沸點降低至  $0^{\circ}\text{C}$ ，水沸騰時由液態變為氣態帶走大量的熱，產品溫度亦迅速降低。由於真空預冷是靠水分蒸發帶走大量的熱，故產品每降低  $5^{\circ}\text{C}$  約會失水 1%，預冷完成時通常會失

水 2~4%，由於真空預冷所失去的水分是自產品表面均勻的散失，只要失水率在 5% 以下，產品因真空預冷所造成的萎凋情況並不明顯。雖然如此，採收後仍應在產品尚未萎凋前儘速預冷，有時甚至必須在產品表面灑水來加強預冷降溫效果及減少失水失重。



圖 3.2 大型真空預冷機



圖 3.3 中大型真空預冷機

### 3-2 真空預冷之應用：

以商業預冷機操作為例，每次蔬菜處理量約 800 公斤，進行短期非結球型葉菜類真空預冷處理，預冷時真空槽中壓力在 6 分鐘後降至 100 Torr(毫米水銀柱)以下，到 10 分鐘時降至 10 Torr 以下如(圖 3.4)，如前所述，此時水的沸點已接近 0°C。測量真空槽中產品的溫度變化如(圖 3.5)，在 8 分鐘前，溫度幾乎沒有降低，但在 8~10 分鐘時，兩分鐘內溫度迅速由 27°C 左右降至 5°C 以下，之後再加上回壓時間，整個處理過程應在 15~20 分鐘內完成一批。

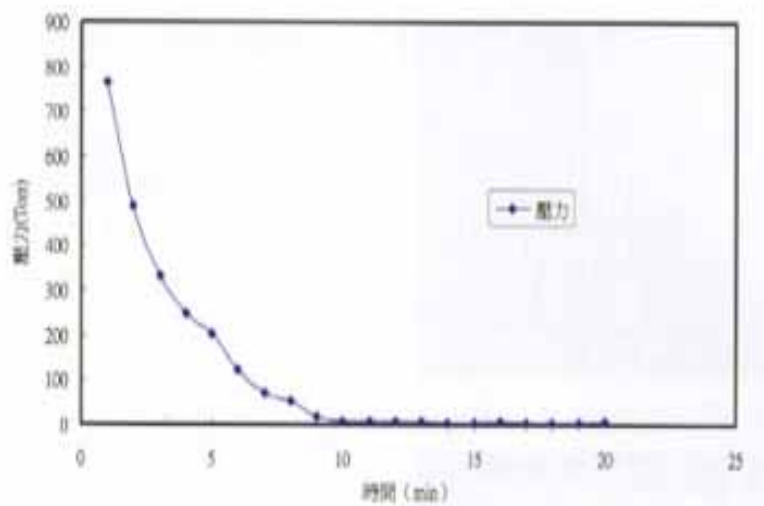


圖 3.4 真空預冷時真空槽內壓力降低情形

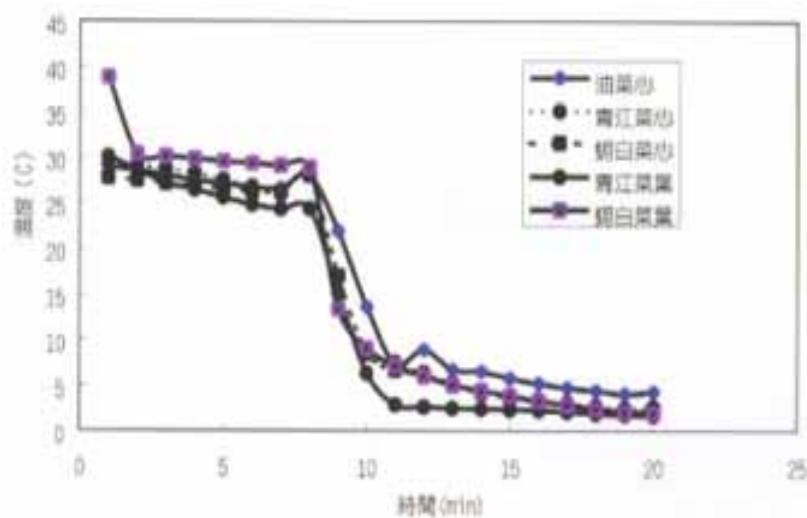


圖 3.5 數種短期菜類真空預冷時降溫情形

計算其耗電量每操作一次共需 17 度(KW/hr)，每度電費以 1.65 元計算(農業用電)，共需 28.05 元，折合每公斤處理電費成本為 0.035 元，可見就操作成本及能源使用效率來說，真空預冷是最經濟的預冷處理方式。雖然如此，真空預冷機也不是萬能的，有許多產品進行真空預冷時降溫速率緩慢，如水果類、果菜類及根菜類。最主要為其可供水分蒸散的表面積與體積的比例小，而真空預冷最主要是靠水分的蒸散原理降溫。因此，真空預冷最主要還是應用在葉菜類或花卉上效果較顯著。

### 3-3 真空預冷的優缺點：

#### 3-3-1 優點：

1. 使產品預冷澈底且降溫均勻，保鮮效果顯著。
2. 操作簡便，產品不須特別堆積處理，且經由自動控制設備通常只須按一鍵即可完成所有操作。
3. 降溫速度快，以短期葉菜類為例，每次只要 20~30 分鐘即可完成數公噸的處理量。沒有包裝容器的限制，不像水冷式須考慮容器的防水性，氣冷式須考慮冷空氣與產品的接觸性。
4. 能源使用效率高，由於大幅縮短預冷時間，及處理量大，因此操作時之耗能相對的較水冷或壓差預冷少。

#### 3-3-2 缺點：

1. 部分品目不適合，園產品中水果類並不適合使用，蔬菜類中如附表一，有部分產品不適合，如果菜類、根菜類由於預冷時蒸散表面積小，因此預冷效率差，但表面積大的葉菜類則大都很適合。
2. 處理不當會造成失水萎凋。
3. 設備費用高，初期的投資成本大。
4. 必須有冷藏庫配合，預冷處理完的產品必須進入冷藏庫中貯藏。

### 3-4 使用上應注意事項：

1. 真空預冷通常以表面積與體積比大的產品較適合，如結球萵苣等葉菜類，水果及結球緊密的甘藍、結球白菜等表面積小且蒸散作用小的產品較不適合真空預冷。但在日本部分根菜類及果菜類如胡蘿蔔、甜椒、甜玉米等亦採用真空預冷，主要考量的因素是其操作方便性。
2. 雖然有很好的預冷降溫設備，但仍須注意產品的新鮮度，如儘量利用清晨或傍晚採收以減少田間熱，採收後並儘快進行預冷降溫處理，否則產品新鮮度一旦喪失，即很難恢復，再好的處理技術通常只能維持品質而無法增進品質。
3. 容易失水的產品如短期葉菜類，甜玉米等，處理前先淋水，可增進預冷降溫效率及減少失重。
4. 真空預冷處理之操作通常需有起重機及棧板操作，否則會失去其操作簡便性之優點。另處理場附近須有冷藏庫，以利預冷處理完之產品保鮮貯藏。
5. 大部分產品可以壓力控制操作流程，使操作時間固定，部分具有低溫寒害特性的產品則須改以溫度控制，並應注意預冷終溫的設定。

## 第四章

### 日本蔬菜產地使用真空預冷之作業處裡

#### 4-1 產地收穫作業：

在日本長野縣伍賀地區，多數農民以栽培結球萵苣為主，田間萵苣在收穫後先於切口處噴水以保溼，隨即依等級於田間分別裝箱，裝箱之萵苣留二片外葉以保護產品，包裝好之萵苣依序疊於小貨車上，小貨車之頂端蓋有帆布罩以降低日射量防止產品升溫。約九點之前田間採收工作即已結束，菜農需將蔬菜送至伍賀農協預冷及儲藏，過去在未設立預冷設施時為了迎合市場進貨的時間農民皆在早上三點起床，四點收穫，七點由農協辦理冷藏庫入庫作業，下午三點後才能回到田間工作。自從引進真空預冷設備之後，由於可迅速降溫，因而農民只要六點起床、七點收穫、八點三十分送至農協，或下午二點收穫送至農協預冷後即可安心返家工作。

#### 4-2 蔬菜預冷作業：

當貨車送至預冷集貨區時由農民自行卸貨並堆疊於棧板上，由農協人員完成檢查，已完成堆積及分類之蔬菜由堆高機送入預冷槽，欲進預冷槽之蔬菜其紙箱上方需留十公分寬之開口，兩側留五公分之開口，以利冷空氣傳導及搬運。日本三菱公司所開發之真空預冷設備乃是利用真空預冷之原理將蔬菜置於真空室中，利用真空幫浦，將槽內抽成低壓或真空，由於水在 760mmHg 水銀柱的大氣壓力及常溫下蒸發很慢，但若氣壓降到 4.6mm 時水的沸點也隨著降低，因此把蔬菜放到 4.6mm 之低壓下，水分從葉片迅速沸騰蒸發並吸收菜葉的熱能作為汽化熱，蔬菜因而降溫，達到預冷的效果。本設備之最大優點在於三十分鐘內可將產品降低至五度，每次可處理四十二箱、一天可處理三千箱左右，經過此預冷處理過的蔬菜可有效防止品質劣化及保

鮮，惟對包裝之蔬菜需注意包裝或容器必需有足夠的通氣口讓蔬菜表面蒸發的水汽通過，才能達到降溫的效果。

三菱公司之真空預冷設備包括有下列數項：1、集貨場 2、輸送設備 3、真空預冷槽 4、STV 自動搬送台車 5、冷藏庫升降機 6、保冷加溼器及 7、立體自動保冷庫。當蔬菜開始要進行預冷作業時首先應堆積至棧板上，由堆高機直接送至預冷槽，送入之後必需在電腦螢幕前輸入蔬菜品名、等級及數量，再經過預冷三十分鐘後便可將產品降低至五度。預冷完畢槽門自動開啟，自動搬運台車隨即由冷藏庫處移至預冷槽後方並將一棧板的蔬菜移至冷藏庫，在冷藏庫內設有自動立體升降機負責將棧板上的蔬菜送至立體架放置，以防止產品的堆疊及避免壓傷。在冷藏庫之上方設有保冷加溼器可隨時補充水汽，以防產品失水並保持產品鮮度。雖然此套設備高達四億日圓，但因其具有保鮮、提高冷藏效率及節省電力等優點，因而在經過成本分析後仍被該農協所採用。

#### 4-3 市場拍賣：

在農協冷藏之蔬菜集貨後由保溫車於下午七時左右送至市場集貨區，市場設有專供貯貨之冷藏庫及倉庫，蔬菜運來後部分在晚間交易，其餘在隔日交易。送至該區交易之農產品皆需經過包裝，一般蔬菜如花椰菜、玉米、萵苣等採用紙箱、(蔥例外)而菇類則採用保利龍箱以方便堆高機及輸送帶作業。凡需冷藏之蔬菜由堆高機送入低溫冷藏庫，不需冷藏之蔬菜可由貨車直接駛入並利用輸送帶來卸貨。進到市場準備交易之蔬菜並不一定全部冷藏，因市場僅負責其收貨與出貨，並以其衛生檢驗與市場公平交易制度對生產者及消費者負責。

昨日早上採收之蔬菜在經過預冷、冷藏之後於當日下午送至市場入庫準備次日拍賣。在批發市場內大多依產品別分設為若干拍賣區，

數量少及高價的農產品用議價，數量多者設樣品區，由承銷人先行看貨，市場人員再將產品等級寫於牌上進行競價拍賣，拍賣區內為維護空氣品質嚴禁吸煙，拍賣桌前貼有該項產品的促銷海報以吸引承銷商。在市場內從事拍賣之拍賣員需通過政府考試，及格後才能執行拍賣業務。另外在市場左右兩側設有電子看板不斷播送昨日交易價格，以供承銷人參考，並提供更為透明化之交易資訊。

## 第五章

### 國內真空預冷技術之運用

#### 5-1 國內真空預冷技術發展現況：

國內蔬菜預冷技術在民國 70 年代即陸續在研究推廣，最早以水冷為主，至 80 年代，氣冷式的壓差預冷技術漸被使用，更重要的是在此同時預冷觀念漸漸被重視。兩年前國內廠商自行開發的真空預冷機在雲林縣庄西合作農場測試，該預冷機一次可操作兩個棧板，約 800 公斤的葉菜類，可在 20 分鐘左右使短期葉菜類產品溫度降至 5℃ 以下，甘藍及結球白菜可在 30 分鐘左右降至 10℃ 以下。除了簡化產品預冷處理流程，同時發現預冷後產品明顯延長產品冷藏壽命。因此在政府輔導下，國內真空預冷機逐年在增加，同時機型亦不斷在改進，有單槽及雙槽兩種型式，每槽處理量從 2 棧板至 10 棧板。除了處理量可依使用單位需求而設計，同時操作方便性亦不斷改良，如庫門的自動開關，產品進出輸送方式改良等。

到目前真空預冷設備實際應用在蔬菜處理上的單位有五家，其中大部分都是每天在操作使用，主要應用在直銷蔬菜處理，如國軍副食供應；學校營養午餐供應；小包裝蔬菜；截切蔬菜處理等，同時亦有成功應用在蔬菜外銷集貨處理上。相信往後該設備的應用及需求會逐年增加。



圖 5.1 雙槽輪流使用的真空預冷機提高處理效率

#### 5-2 提高預冷效率簡化外銷貯運流程：

真空預冷最主要的優點是處理時間短，即短時間之內能夠使大量的產品降溫，因此應用在蔬菜外銷處理上，可改善集貨處理流程。以往蔬菜外銷需在兩、三天前即開始集貨，放入冷藏庫中預冷後再裝於冷藏貨櫃運輸。過去蔬菜外銷數量不多，其中又以胡蘿蔔、牛蒡及毛豆等耐運輸產品為主，葉菜類蔬菜很少，或只限定在耐運輸的硬種甘藍。前年本場輔導大宗蔬菜策略聯盟成立進行初秋甘藍、結球白菜、菠菜等蔬菜外銷，以真空預冷處理後低溫保鮮運輸。

經試銷至新加坡、加拿大等地結果情況良好。去年經檢討外銷品目後發現，以結球萵苣較具外銷競爭力，而結球萵苣以真空預冷效果最佳，在外銷處理時可在田間進行包裝後，運至集貨場真空預冷處理，之後置冷藏庫中等待裝櫃外銷。由於國內冬季裡作氣候條件適宜結球萵苣生產，加上真空預冷處理後運輸，產品到貨品質較佳，經試銷到新加坡及日本後，發現品質及價格非常具有國際競爭力。將來只

要加強生產技術，及改善採後處理流程，結球萵苣有可能發展為國內重要的外銷蔬菜之一。

### 5-3 迅速去除產品田間熱延長冷藏保鮮期：

冷藏庫不同於預冷庫，通常無法負荷產品入庫前大量的田間熱，以往產品入庫冷藏時，有經驗的冷藏庫業者會分批入庫冷藏，因一次將冷藏庫裝滿往往會造成冷藏庫溫度無法降低的情況，且冷排會不斷結冰，造成許多困擾。分批入庫雖可減少冷藏庫初始降溫的負荷，但會造成冷藏庫管理及操作上的困難。預冷的主要目的是用來除去田間熱，經預冷處理後的產品由於溫度迅速降至合理的冷藏溫度，可延長冷藏保鮮期。甘藍及結球白菜預冷後冷藏二個月後，預冷處理組品質明顯較不預冷直接入庫者為佳。短期葉菜類真空預冷處理後冷藏，冷藏條件適當的話，貯藏性較佳的菠菜、青江白菜等可冷藏保鮮達一個月以上，小白菜、芥藍及葉萵苣等亦有 20 天以上的保鮮期。經真空預冷後的產品有較佳的冷藏壽命主要是因為預冷後冷藏的產品較快達到適當的低溫，降低蒸散作用及呼吸作用，產品較不易萎凋及老化。葉菜類蔬菜易受天候影響造成產銷失調，菜價有時在數天之內會有很大的起伏。如能延長葉菜類的冷藏期至 20 天上，夏季颱風災害期，或冬季盛產期可用來冷藏調節，因貯藏期延長，可降低貯藏風險及提高產銷調節功能。

### 5-4 改善直銷業務之低溫運銷系統：

預冷處理是建立低溫運銷系統重要的處理步驟，國內目前以直銷運輸系統具有很好的低溫運輸鏈。如小包裝蔬菜自中南部處理場包裝、預冷後，以冷藏運輸車運至北部超市後，置於低溫展示櫃中販賣。國軍副食等團膳供應單位由於大多使用塑膠藍包裝保護少，容易失

水，如果沒有預冷，表層很容易萎凋，而中心部分則易因呼吸熱累積，造成腐爛，因此不論距離遠近，幾乎都以預冷後產品運輸，尤其葉菜類蔬菜，目前預冷設備已是國軍副食供應單位必需的基本配備。



圖 5.2 直銷供應葉菜類蔬菜真空預冷處理



圖 5.3 國軍副食供應葉菜類蔬菜真空預冷處理

近年來直銷供應單位已體認預冷處理的重要性，因此，預冷處理設備亦不斷增加，其中壓差預冷在國軍副食供應上應用最廣，真空預冷技術發展出後，發現操作上較壓差預冷簡單，預冷效果更好，有些單位已完全以真空預冷處理葉菜類，簡化處理流程及提高產品品質。

小包裝葉菜類由於其塑膠袋包裝影響，不易快速降溫，以往均直接置

冷藏庫中預冷，因此運輸前須留較多的時間使產品降溫，如果時間不夠充裕，一批產品中會有部分預冷不夠，將來其櫃架壽命變很短。有真空預冷設備後，由於預冷效率不受外包裝之影響，因此可使用真空預冷來改善預冷流程，方式有：1.包裝前預冷，可減少包裝時之損耗；2.包裝後預冷，使產品能均勻澈底的預冷，延長櫃架壽命；3.在田間包裝後，再運至集貨場預冷後置冷藏庫中等待運輸。以上三種中以第三種改變最大，操作上可能要適應一段時間，但此種方式可減少損耗，簡化流程，降低處理人工成本，及對產品保鮮效果最佳。

#### 5-5 預冷及減壓燻蒸技術：

目前國內最大的真空預冷機是同時具有預冷及檢疫殺蟲處理的燻蒸機，由於真空預冷機的真空槽具有氣密的功能，同時在低壓狀況下可降低藥劑量，減少產品受傷情形，目前使用在菊花檢疫處理上效果良好，而結球萵苣等蔬菜處理效果則正在評估中。



圖 5.4 大型減壓燻蒸及預冷庫

## 第六章

### 結語

有許多人認為預冷只是把產品浸一下冷水，或放入冷藏庫一段時間後讓溫度有稍微降低。也有些人已有很好的預冷設備，如冰水預冷機或壓差預冷庫，但是常常由於操作不良或是因嫌麻煩而自行簡化操作步驟，使預冷處理效果大打折扣，或不再使用而任由設備閒置。由於預冷處理會增加處理成本，而且如此不夠徹底的預冷做法對產品的保鮮增進有限，因此許多人對預冷作業是敬而遠之，不願去做或只浸一下冰水或直接放入冷藏庫一段時間，覺得已經降溫就滿意了。所以多年來國內預冷預技術的發展是走走停停，進展有限。但近幾年來經由農政單位、學術單位及產地業者的努力，至少喚醒了大家對預冷及低溫保鮮的重視，也建立了預冷技術在國內採後處理的上重要地位。

真空預冷最主要的優點是只要簡單的操作就能使大量產品均勻而澈底的降溫，保鮮效果明顯。且因處理時間短，對採後處理流程影響小，操作的人工成本及耗能成本低。真空預冷機的缺點是設備成本高，且只限定在葉菜類等少數產品中，因此我國目前發展的機型以2~4個棧板處理量為主，主要應用在結球萵苣外銷，短期葉菜類冷藏調節及直銷業務產品保鮮上。雖然真空預冷技術不是萬能的保鮮技術，其預冷效果只限定在少數葉菜類上，但由於其操作方便性及預冷效率高的特點，將來可改善蔬菜的外銷處理流程，提升內銷市場品質，以及發揮蔬菜產銷調節的功能，對蔬菜產業發展將會很有助益。

真空預冷技術在歐美已發展多年，在大型農場上使用非常普遍，但只限定在某些效果特別明顯的作物上，如結球萵苣、西洋芹菜等，在日本則已開發出中小型真空預冷機，且廣泛使用在大多數的蔬菜上面。

以往我們沒有直接推廣使用的原因是國內尚未開發商業型真空預冷機，由國外引入除了價錢昂貴外，將來的機械維護及保養也是問題。近年來已有廠商建教合作研發，及經多次的改良後，已有很好的商業機械在產地實際操演，如此一來真空預冷機將有很大的降價空間及解決了機械維護問題，大大的提高了其在國內發展的可能性。真空預冷技術如果推展成功，在國內園產品的保鮮處理上將會有十足的影響。