

甘藍簡易人工大氣貯藏試驗¹

林學正 黃肇家 鍾玉燕²

摘要：利用PVC (poly vinyl chloride) 塑膠膜，以高週波機密封製成之簡易人工大氣貯藏室，配以乙烯及二氧化碳過濾吸取裝置，因氣密性不佳，氧氣在13~18%之間，二氧化碳3~6%之間，無法達到理想之大氣組成，但甘藍經三個月之貯藏其可售率可達68%。

以大型PE塑膠袋，內置5—6只甘藍後將開口密封，以改變袋內大氣組成之方式(modified atmosphere)貯藏三個月，氧氣濃度及二氧化碳濃度各維持於2%及10%左右，貯藏後甘藍之可售率計田間密封加高錳酸鉀乙烯吸收劑處理者為63.8%，預冷後密封加上上述吸收劑者為85.3%，不加吸收劑不密封者為47.9%。

品質劣變以苞葉黃化及莖部發芽為主，黑點及基部纖維化除對照發生外，有吸收劑者皆未發現。

本省夏季蔬菜缺乏而冬季生產過剩，如何延長冬季蔬菜之利用為一重要課題。目前馬鈴薯、胡蘿蔔及洋蔥已可長期貯藏供做夏季蔬菜⁽²⁾，但非消費者經常食用之葉菜類，無法滿足大眾需求。

甘藍屬於冬季生產味美價廉之葉菜類，且較其他葉菜類有較長之貯藏壽命⁽⁸⁾。在我國北方及冬季覆雪國家，需以地窖或機械進行長期冷藏，以供嚴冬及初春之需要。本省因貯藏技術及設備不理想，長期貯藏腐爛率高，業者不敢貿然從事，僅止於短期貯藏而已⁽²⁾。

可透氣性塑膠膜用於蔬菜包裝已十分普遍，不但清潔美觀且可造成有如人工控制大氣貯藏(controlled atmosphere storage)之有利環境，能防止失水、延遲老化、抑制病原菌滋長並減少腐損^(4,8,11,13)。利用人工大氣貯藏甘藍在歐美等先進國家早已商業化應用，不但可長期貯藏達7~9個月之久，且可保持其較佳之商品品質及營養價值^(6,7)。

筆者等曾以“初秋”甘藍進行貯藏研究，發現以PE塑膠袋密封貯藏可達五個月之久⁽¹⁾，如能進一步以人工控制大氣貯藏，將可進一步控制甘藍之貯藏大氣，以期有更佳之貯藏效果，本研究即利用低成本之PVC塑膠布製成帳式人工大氣貯藏室進行貯藏，以評估其可行性。

材料及方法

“初秋”甘藍於民國73年5月1日下午三時採自埔鹽鄉三省村陳姓菜園，甘藍之生育期為三個月。採收前適逢梅雨約一星期，田間部份甘藍已染有細菌性軟腐(bacteria rot)，經選拔未感染者採收，剝除兩片外葉後置於農林廳推薦之PE塑膠蔬菜貯運籃(70×45×36cm)，每籃放甘藍6個並迅速運至本所園藝系進行處理。

PE塑膠袋包裝試驗處理分(1)田間密封加高錳酸鉀乙烯吸收劑；(2)隔夜預冷後密封加吸收劑；(3)隔夜預冷後密封不加乙烯吸收劑；(4)塑膠袋打洞包裝者為對照。塑膠袋大小為90×150cm(厚0.03m/m)，每袋置5—6個甘藍再放於大塑膠籃內，每處理重覆4次。

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第1272號。

2. 本所園藝系主任、助理與計畫助理。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

PVC帳式人工控制大氣貯藏之甘藍於隔夜預冷後置入PVC帳(大小為 $6 \times 6 \times 6$ 尺)(圖一), PVC帳側面中央開有一個3尺長之細縫並縫以拉鍊以便放入甘藍, 每塑膠籃裝甘藍6個, 於甘藍置入PVC帳後以凡士林密封開口細縫。帳之左側中央線上加封兩個直徑4吋長1尺之袖管接往乙烯吸收劑筒及二氧化碳吸收筒。乙烯吸收劑筒以二噸柴油車之空氣濾罐修裝而成, 缶中濾紙部份改置條形乙烯吸收劑條, 該吸收劑條係將吸收劑置入布袋內縫製而成。二氧化碳吸收筒以有蓋之汽油筒加進出兩口改裝而成, 筒蓋內層加橡皮條可迫緊使筒子完全密封, 內置生石灰二包以吸收二氧化碳, 兩筒外裝有軸形渦輪排風扇(婦友牌T-1), 於帳內二氧化碳及乙烯量過高時可運轉, 使二氧化碳及乙烯被吸收而降低濃度。

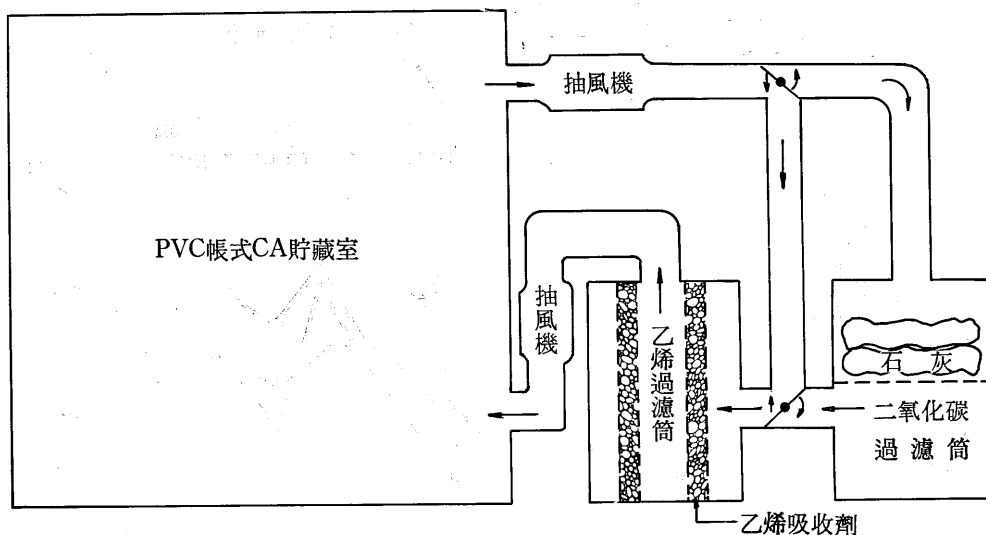


圖1. PVC帳式CA貯藏室及二氧化碳、乙烯過濾裝置圖
Fig. 1. Diagram of CA tent and ethylene, CO₂ filters.

所有試驗之甘藍於貯藏三個月後, 移置室溫二天, 行模擬運輸販賣過程後, 測量修整率、可售率、品質劣變及生理病害發生情況, 所得部份結果經變方分析後, 依Duncan氏多變域測驗法進行比較。

結 果

一、PE塑膠袋包裝貯藏試驗

甘藍經3個月貯藏, 以PE塑膠袋密封造成之人工大氣者, 於貯藏結束經修整後, 其可售率皆可達60%以上。若配合隔夜預冷處理, 再行包裝其可售率可升至70%以上。若配合預冷再置乙烯吸收劑其可售率最高達85%, 但如為了省工, 在田間密封並置乙烯吸收劑, 則可售率約64%(表一)。

品質劣變中以新鮮度的變化較為明顯, 預冷後密封處理者, 無論置乙烯吸收劑與否, 貯藏三個月後皆能適當維持綠色而有較佳之新鮮度, 田間密封加乙烯吸收劑處理次之; 以對照組最差。對照處理者, 外葉已轉黃白色。莖部纖維化及苞葉鬆脹(intumescence)僅在對照處理發生, 莖部發芽則在各處理皆有發生, 但以對照組最為強烈, 餘皆輕微(表一)。

袋內大氣成分之變化, 在各處理中, 氧與二氧化碳之消長頗為一致, 二者在貯藏10天後漸趨平衡, 二氧化碳濃度大約維持於10%, 貯藏二個月後漸漸升高到12%左右。氧氣的濃度大約維持於2%, 最低只有0.5%, 田間包裝加乙烯吸收劑之處理其氧的濃度在貯藏期間較其他處理為高, 此可能導致此處理後發生較差之貯藏效果的原因(圖二)。

二、簡易PVC帳式人工控制大氣貯藏

帳內大氣之變化較PE袋密封貯藏者小，氧在13~18%之間，二氧化碳在6%以下（圖三），顯示PVC帳無法完全密閉。因二氧化碳未升高至有害程度，在整個三個月試驗期間，未曾吸收洗滌帳內二氧化碳。

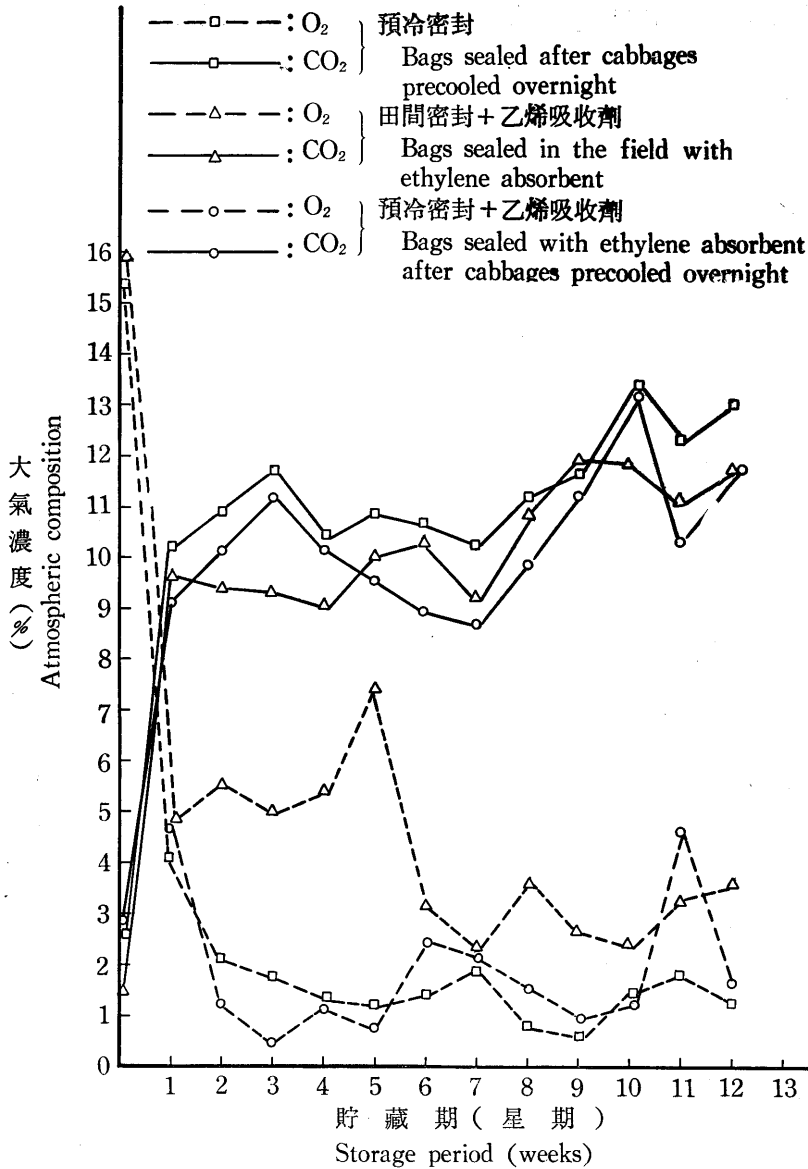


圖2. 不同處理之甘藍密封PE塑膠袋內之大氣濃度

Fig. 2. The concentrations of O₂ and CO₂ in PE bags sealed with cabbages during storage.

由於PVC帳之氣密度低，帳內二氧化碳及氧氣無法升高與降低到有效的增加甘藍貯藏效果，致而較PE塑膠袋貯藏效果為差，但較塑膠袋打洞之對照組為佳。甘藍貯藏三個月後之可售率為67.9%；其貯藏後新鮮度為中等，基部發芽之情形較PE袋密封處理者為高，未發黑心及黑點生理病，苞葉鬆脹程度不明顯（表一）。

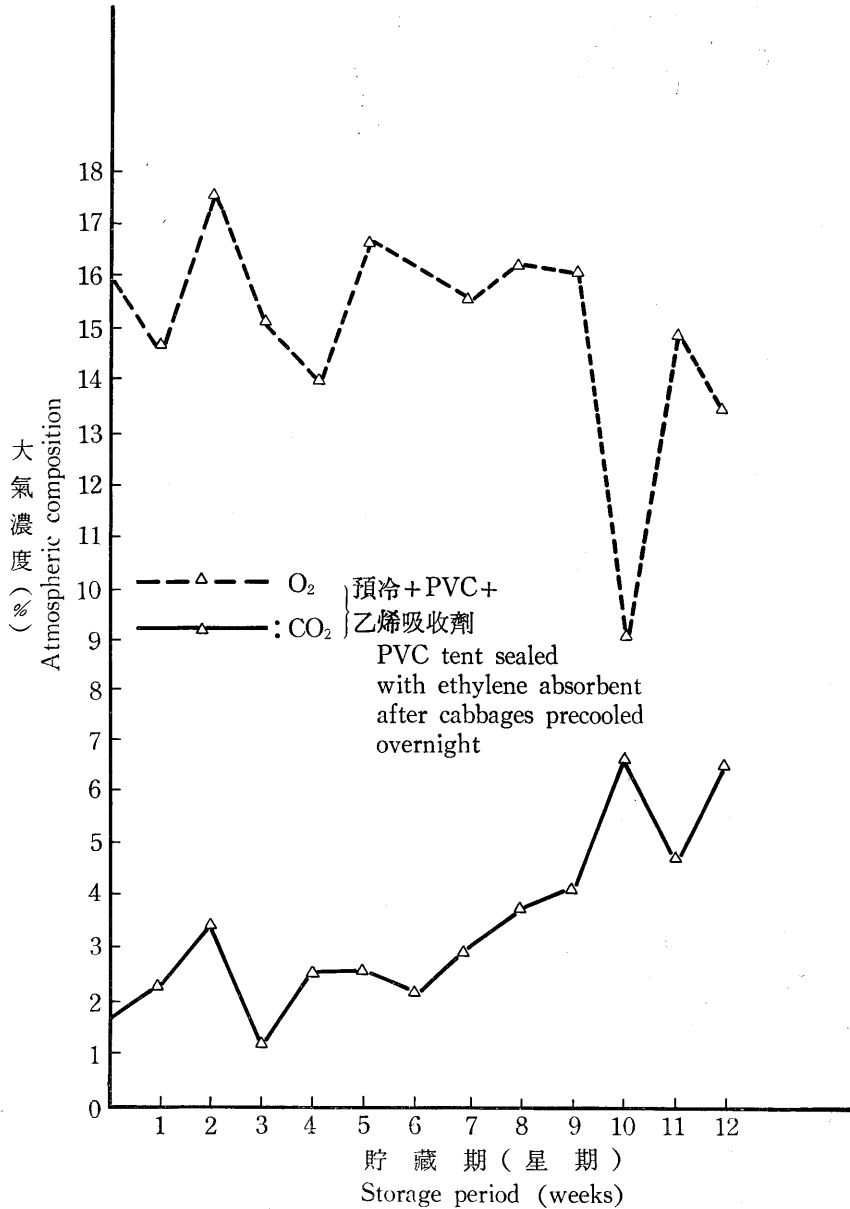


圖3. 甘藍貯藏之密封PVC塑膠帳蓬內之大氣濃度

Fig. 3 The concentrations of O₂ and CO₂ in the PVC tent sealed with cabbages during storage.

表1. PE塑膠袋包裝及PVC帳貯藏對“初秋”甘藍修整率、可售率、品質與生理病等之影響

Table 1. Trim loss, salability and quality of 'Chu-chiuo' cabbages after 3 months of storage in PE bags and in PVC tent.

處 理	修整率 %	可售率 %	品 質 劣 變 與 生 理 病 害				
			新鮮度	莖 維 化	黑點病	鬆脹度	發芽度
田間密封+KMnO ₄ 乙烯吸收劑	36.2	63.8 ^{b*}	中 等	沒 有	輕 微	沒 有	輕 微
預冷後密封+KMnO ₄ 乙烯吸收劑	14.7	85.3 ^e	佳	沒 有	沒 有	沒 有	輕 微
預冷後密封	22.0	78.0 ^d	佳	沒 有	沒 有	沒 有	輕 微
對 照	52.1	47.9 ^a	較 差	輕 微	中 等	乾 縮	強 烈
預冷+PVC帳+乙烯吸收劑	32.1	67.9 ^{b*}	中 等	沒 有	沒 有	沒 有	中 等

*鄧肯氏多變域顯著性測驗，英文字母不相同者表示差異性顯著 (P=0.05)
Mean separation by Duncan's multiple range test at 5% level.

討 論

本試驗結果顯示預冷對甘藍貯藏有較好的效果，甘藍於0°C 隔夜預冷後僅以PE袋密封包裝不加乙烯吸收劑較田間密封加乙烯吸收劑之處理為佳，顯示急速降低品溫，降低其呼吸率及乙烯放出量以防止老化及失水較之消極的以乙烯吸收劑吸收釋出之乙烯更為重要。前報⁽¹⁾指出甘藍預冷效果不明顯可能是因為甘藍之呼吸率低或冷藏庫之熱交換效率差，本試驗結果進一步證明是由於後者之故，因本試驗之甘藍預冷係置於強風式之冷藏庫內處理，且本試驗採收後之甘藍未置於塑膠袋內預冷，其降溫效率高，隔夜預冷後品溫已與庫溫(0°C)相近。

試驗中未發現黑心病 (tip burn)，可知試驗田之肥料管理良好，據報告甘藍貯藏發生之黑心病與缺少鉀肥有關⁽¹⁰⁾，此與前次試驗任何處理中皆發生黑心病的結果有異。黑點生理病 (leaf black speck) 發生於對照及田間封口並加乙烯吸收劑之處理中，此可更進一步證實前報⁽¹⁾之推測，黑點生理病之發生與體內老化影響其生理代謝之整體反應有關，因為上述二種處理皆有可售率低及品質劣變程度高之現象。

封製PVC帳時，以0.1m/m厚之PVC塑膠膜製造，容易封口且透氣率低。100平方英寸大小0.1m/m厚之PVC膜對氧氣及二氧化碳之透氣率各為0.2—0.8ml及0.5—0.8ml，24hrs，25°C，1ATM⁽³⁾，本試驗用PVC帳之大小為8000l，於低溫下透氣率之影響甚小。而試驗中帳內氧氣無法下降二氧化碳無法升高，顯示必有部份漏氣之發生，此可能是因PVC材質在低溫易硬化而使操作時易發生微細而無法發現之折裂現象，又拉鏈之縫口亦是漏氣之原因，此在前人之研究中亦發生⁽⁸⁾。此問題已改用水槽門予以解決⁽⁵⁾，本省發展成功之紅尼膠布具有較低之透氣率及低溫不易硬化耐折疊之特點，似可進一步使用此材料觀察。

參考文獻

1. 林學正、王為一、江慧鈴、劉富文。1981. 甘藍與結球白菜貯藏試驗。中華農業研究30(4)：395—404。
2. 周安祿、孫全均、廖武正。1977. 臺灣區果菜冷藏設備及業務調查報告。中國農村復興聯合委員會76~C32~R490計畫報告58pp。
3. 臺聚公司，1981. PE與EVA在包裝上的正確使用方法。臺聚通訊166：2—3。
4. Aharoni, N. and S. Ben-yehoshua, 1973. Delaying deterioration of Romaine lettuce by vacuum cooling and modified atmosphere produced in polyethylene packaging. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98(5)：464—468.
5. Chace, W. G., Dewwy, D. H. and I. J. pflug. 1957. A tent for the controlled atmosphere storage

- of apples. Quarterly Bulletin Michigan Agri. Exp. Stat. 40 : 181-192.
6. Henze, J. 1977. Influence of CA-storage on fermentation of White Cabbage (*Brassica oleracea* L.) Acta Horticulture 62 : 71-76.
 7. Isenberg, F. M. and R. M. Sayles, 1969. Modified atmosphere storage of Danish Cabbage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94(4) : 447-449.
 8. Lligan, H. and K. J. Scott, 1971. A Prefabricated plastic room and open flame generator for the controlled atmosphere storage of apples. Food Tech. (Aust.) 23 : 336-339.
 9. Lutz, J. M. and R. E. Hardenburg, 1968. The Commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks. USDA Agri. Hand Book No. 66, 94pp.
 10. Palemer, R. G. 1941. Effects of potash on the tip burn of cabbage. Phytopathology 31 : 18-20
 11. Parsons, C. S. 1959. Effect of temperature and packaging on the quality of stored cabbage. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 74 : 612-621.
 12. Tomkins, R. G. 1962. Film Packaging of fresh fruit and vegetable--the influence of permeability. The Inst. Packaging Conf. Guide, p. 64-69.
 13. Tomkins, R. G. 1962. The conditions produced in film packaging fresh fruits and vegetables and the effect of these conditions on storage life. J. Appl. Bact. 25(2) : 290-307.

The Controlled and Modified Atmosphere Storage of Cabbage¹

Shue-cheng Lin, Chao-chia Huang and Yu-ying Tsong²

Summary

Cabbages (*Brassica oleracer*, cultivar 'Chu-chiuo') were stored in a sealed polyvinylchloride (PVC) tent (0.1m/m in thickness, 8m³ in capacity) and polyethylene (PE) bags (0.03m/m in thickness, 0.9×1.5M² in size) for 3 months. The ethylene and carbon dioxide in the tent were reduced by potassium permanganate and fresh lime. However, the control of O₂ concentration inside the tent was not quite successful because of the leakage of the tent. The concentrations of O₂ and CO₂ were 13-18% and 3-6% respectively. Ethylene was not detectable during storage. Cabbages were good in eating quality and fairly well in freshness with a salability of 68% after storage.

The concentrations of O₂ and CO₂ were 0.5-5% and 9-13% respectively in sealed PE bags with cabbage. Cbbages precooled overnight plus ethylene absorbent treatment showed the highest keeping quality with a salability of 85% followed by 64% in the treatment without absorbent and 48% in the treatment without precooling and absorbent.

Major deteriorations of quality were leaf yellowing and stem sprouting. Ethylene absorbent was found effective in reducing the black leaf speck and stem fiberlization during storage.

1. Contribution No. 1272 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Horticulturist, assistant and project assistant respectively.*