中華農業研究 (Jour. agric. Res. China) 30(4)：395～404 (1981)

甘藍與結球白菜貯藏試驗[1]

林學正　王為一　江慧鈴[2]　劉富文[3]

摘要「初秋」甘藍與「煙台」結球白菜各以厚 0.03 m/m 之 PE 袋包裝，進行長期冷藏試驗。發現 PE 袋包裝可以減輕二者葉片黃化、離層形成、莖部纖維化及苞葉軟鬆等品質劣變現象；袋內添加乙烯吸收劑，除更可減輕上述品質劣變外，能有效抑制甘藍黑心 (Tip burn) 生理病的發生，但不能抑制結球白菜的黑心病。後者發現與二氧化碳濃度過高 (＞5％) 有關。

甘藍以 PE 袋包裝並加乙烯吸收劑者，不論預冷與否，經 0°C 貯藏 5 個月後，其可售率仍達 60 ％，且品質良好，而以 PE 袋打洞包裝者，經貯藏 3 個月後，其可售率雖亦達 60 ％，但品質已經變劣，僅達可接受程度。結球白菜以 PE 袋密封包裝經 0°C 貯藏 2 個月後，發生嚴重的黑心與黑點病 (Black leaf speck)，並因袋內氧濃度過低與二氧化碳濃度過高致全部腐損。

封袋後經 20 天，袋內氣體即達平衡狀態，而後甚少變化。甘藍袋內大氣氧含量維持在 1～12 ％之間，二氧化碳在 2.5～10 ％之間。而結球白菜袋內大氣氧則降到 1 ％以下，二氧化碳升到 10 ％左右，顯然不適合 PE 袋包裝貯藏。利用人工控制大氣貯藏「成功」結球白菜，發現氧與二氧化碳各爲 2.5 ％的組合有較長的貯運壽命。

本省夏季蔬菜缺乏，而冬季生產過剩，如何延長冬季蔬菜供應期，以舒解夏季蔬菜不足，爲一重要課題。目前馬鈴薯、胡蘿蔔及洋葱可加以長期冷藏，供做夏季蔬菜 (4)。但上述並非消費者經常食用之葉菜類，無法滿足大衆需要。

甘藍及結球白菜皆屬於冬季生產味美價廉之葉菜類，且較其他葉菜類有較長的貯藏壽命 (22)。在我國北方及其他冬季覆雪國家，常以地窖或機械進行長期冷藏，以供應嚴冬及初春的需要。本省因貯藏技術與設備不够理想，此二類蔬菜經長期貯藏後，腐損率甚高，業者不敢貿然投資，僅止於短期貯運而已 (4)。

目前，夏季對此二類蔬菜之需求，皆靠高冷地種植供應，但因其面積有限、水土保持不易及颱風造成交通中斷等不利因素，使栽培成本提高。此外，易造成土壤流失，水源汚染等不良後果。因此，進行冬產蔬菜保鮮方法之研究，實有必要。

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 atmospheric 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 (6,10,25,26,30,31,33)。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，而且可保持較高的商品品質及營養價值 (8,13,14,15,17,18,20)。本研究即利用 PE 之良好透氣性，進行甘藍及結球白菜包裝貯藏，並配合乙烯吸收劑之使用防止老化，探討其實用性；另以結球白菜行人工大氣貯藏，以期明瞭低 O_2 及高 CO_2 之影響，進而尋求最適當之貯藏大氣組合，供

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 1018 號。

2. 本所園藝系副研究員、助理與計劃助理。臺灣省 臺中縣 霧峯鄉。

3. 美國康乃爾大學副教授，休假年在本所研究。

日後研究或貯運之參考。

試驗材料與方法

供包裝試驗之「初秋」甘藍及「煙台」結球白菜，於民國 70 年 2 月 20 日採自溪湖地區，種植於冬季休閒之水田，初期田間管理良好，後期因價格低落，管理較粗放；採收時約 9 分熟。供人工大氣貯藏之「成功」種結球白菜，於同年 4 月 29 日採自溪湖地區之蔬菜田，田間管理良好，採收時亦爲 9 分熟。

供包裝試驗用之甘藍及結球白菜，於下午採收，同時剝去外葉 2 片，放入厚 0.03 m/m 之 PE 塑膠袋內（90×150 cm），每袋各放 8 及 4 個，而後放入農林廳推荐之 PE 塑膠蔬菜貯運籃（70×45×36 cm）內。處理分爲：1.加乙烯吸收劑並田間封袋。2.加乙烯吸收劑於隔夜預冷後封袋。3.隔夜預冷後封袋。4.塑膠袋打洞爲對照。乙烯吸收劑之配製，係依蔣氏方法[1]稍加修改而得。將含 6.4% KM_nO_4 及 1% Na_2CO_3 混合液 2.8 cc 直接噴灑在 3.5 gm 砬石上，產品約含 5.12 %之 KM_nO_4，其可吸收之乙烯量未經測定。每袋放乙烯吸收劑 80 gm，採收後於 6 小時內置於卓蘭果菜市場冷藏庫，冷藏庫溫度爲 0～2°C，濕度爲 85～90 % R. H.

供人工大氣貯藏試驗之成功種結球白菜於下午採收後，當日運至本所冷藏庫，經隔夜預冷後，翌日以塑膠繩封口通氣。處理分爲：1. O_2 2.5%—CO_2 2.5%, 2. O_2 2.5%—CO_2 5%, 3. O_2 5%—CO_2 5% 及 4.塑膠袋打洞包裝爲對照。人工大氣貯藏裝置是將 4 個結球白菜置於厚 0.05 m/m 之塑膠袋（60×90 cm）中，以內徑 0.5 cm 之 PE 軟管兩隻作爲大氣出入口。不同組成大氣是以省產之氮、氧和二氧化碳配製而成[2]。所配之大氣經日製島津牌 GC-4C PFT 型氣相分析儀校正後使用。人工大氣以 200 ml/min 之流量，經水中加濕後導入袋中。庫房貯藏溫度爲 4°±1°C，濕度爲 85～90%R. H.。包裝試驗每處理重覆 6 次，人工大氣貯藏試驗重複 2 次。供試材料於試驗完成後，移置室溫 2 天，行模擬運輸販賣過程，所得部分結果經變方分析後，依 Duncan 氏多變域測驗法進行比較。

試 驗 結 果

甘藍經 3 個月貯藏，隔夜預冷後密封處理者，外表雖未腐爛，但內部大部分已發生黑心生理病，失去商品價值，因此整修後可售率僅達 26.4 %。塑膠袋打洞包裝處理者可售率約爲 60 %；加乙烯吸收劑處理，不論有無預冷，其可售率皆顯著高於對照組，達 80 %左右。預冷對貯藏無顯著效果。加乙烯吸收劑並田間封袋處理者繼續觀察至 4 個月後，仍較對照組 3 個月貯藏期之可售率爲高，5 個月後，其可售率約 60 %，與對照組三個月貯藏相近（表 1）。

甘藍包裝處理中，各樣品袋內氧與二氧化碳消長情形頗爲一致。一般而言，氧與二氧化碳在貯藏後 20 天，即可達穩定平衡狀態（Steady state），直到開袋爲止。但由於塑膠袋本身品質不一[3]，各袋內氧與二氧化碳濃度各有差異，且差異頗大（圖 1）。隔夜預冷後封袋處理者，袋內氧濃度在 10～12.5 %之間，二氧化碳在 5～7 %之間；加乙烯吸收劑於隔夜預冷後封袋處理者，袋內氧濃度在 4～12 %之間，二氧化碳在 6.5～10.0 %之間；加乙烯吸收劑並田間封袋處理者，袋內氧濃度在 1～10 %之間，二氧化碳在 2.5～10.0 %之間。甘藍經 90 天貯藏開袋後，並無低氧或高二氧化碳的生理障害發生。

甘藍整修的損失大部份係因受傷後感染灰黴菌（*Botrytis* sp）所引起，此病原菌之繁殖並不嚴重，僅止於外部 2～3 輪葉片而已。乙烯吸收劑可以防止甘藍黑心病的發生。預冷後密封未加乙烯吸收劑處理者，在貯藏 3 個月後，即出現嚴重黑心現象，徵狀爲心葉處褐化乾腐，而加乙烯吸收劑處理者，經 5 個月貯藏未發生黑心現象，對照處理貯藏 3 個月後，有少部份發生。莖部的纖維化對照組最嚴重，不加乙烯吸收劑處理者次之，加乙烯吸收劑者經 3—4 個月貯藏，只有輕微纖維化現象。甘藍

表 1. 塑膠袋包裝貯藏對「初秋」甘藍修整率、可售率、品質與生理病害之影響

Table 1. Effects of PE film packaging on the trim loss, salability, quality and physiological disorders of stored cabbage (*Brassica oleraceae* L.)

處理 Treatment	貯藏期 Storage period (Month)	修整率 Trim loss (%)	可售率 Salability (%)	品質劣變和生理病害 Quality deterioration & physiological disorders				
				新鮮度 Freshness	莖纖維化 Fiberi-zation	黑心 Tip burn	膨脹度 Intumes-cence	黑點 Black leaf speck
塑膠袋打洞（對照） Perforated	3	36.9 b[a]	63.1 b	+[b]	+++	+	+++	+
預冷後密封 Sealed after precooled	3	73.6 a	26.4 c	++	++	+++	+	+
同上＋ $KMnO_4$ 乙烯吸收劑 Sealed with $KMnO_4$ ethylene absorbent after precooled	3	20.6 c	79.4 a	+++	−	−	−	+
田間密封＋ $KMnO_4$ 乙烯吸收劑 Field sealed with $KMnO_4$ ethylene absorbent	3	22.5 bc	77.5 ab	+++	−	−	−	+
同上 Ditto	4	30.4	69.6	+++	−	−	−	+
同上 Ditto	5	38.2	61.8	++	+	−	+	+

a. 同欄英文字母不同，表示達1%之顯著水準。
Means within column with no subscript letter in common are significantly different (P=0.01).

b. −：沒有 None；+：輕微 Slight；++：中等 Moderate；+++：強烈 Severe.

經3個月貯藏，發生苞葉膨脹 (Intumescence) 之劣化，亦以對照組最嚴重，封袋未加乙烯吸收劑處理者次之，加乙烯吸收劑者貯藏至5個月才發生輕微膨脹現象。葉片葉綠素分解以對照處理者最嚴重，貯藏3個月後，未腐爛之外葉已成黃色間雜些淡綠色，而內葉已成淡黃色，令人無新鮮的感覺，PE 袋封口未加乙烯吸收劑者次之，以封口加乙烯吸收劑者仍保持鮮綠。黑點生理病僅在甘藍二輪外葉發生，經修整後便已去除（表1）。

結球白菜之組織脆弱、呼吸率高，其貯藏力遠較甘藍爲低。以 PE 袋密封包裝，在極短時間內（20天），袋內氧氣已降至1%以下，二氧化碳升高至 10 %，此種不利情況在 40 天後更爲明顯（圖2）。

結球白菜貯藏一個月時，苞葉仍然脆綠，但2個月後，PE 封袋各處理之外葉已經輕微軟腐並發生異味，經室溫下放置2天，情形更爲嚴重。切開苞葉、心葉發生嚴重黑心生理病，完全失去商品價值。又葉柄形成離層與莖部分離，未加乙烯吸收劑者葉脈呈淡黃褐色。對照處理雖無此現象，但葉片失水，色澤較差，其修整損失已達 40 %，似無繼續貯藏之潛力。黑點生理病在貯藏1個月後即出現在各處理外葉上，2個月後更爲嚴重，除心葉數片外皆發生（表2）。

「成功」結球白菜經2個半月人工大氣貯藏後，其修整損失約在 50 %左右，較對照組 66.5 % 爲輕，後者葉基部已形成離層，基部稍爲纖維化，葉片微黃，品質較差。人工大氣貯藏對上述品質劣

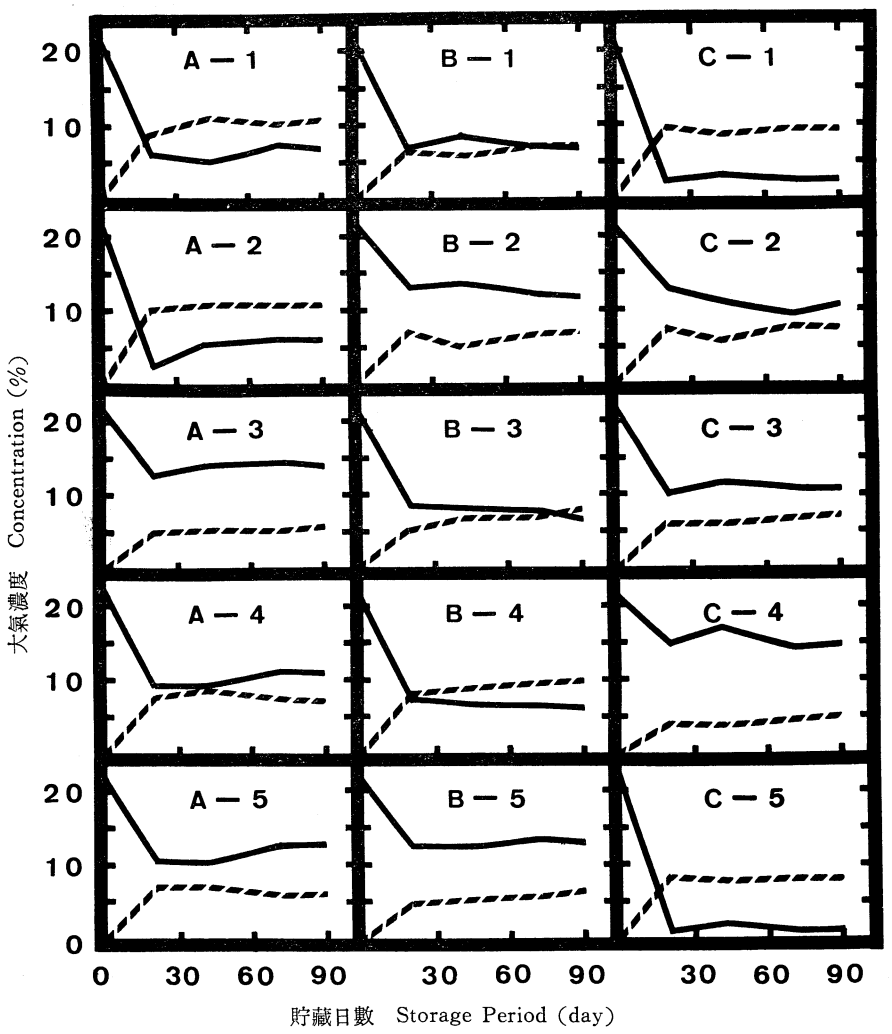


圖 1. 不同處理之甘藍密封包裝袋內大氣消長型式圖

Fig. 1. Pattern of changes in O_2 and CO_2 concentration in sealed cabbage PE bags

A=隔夜預冷後密封。

Sealed after precooled overnight.

B=隔夜預冷後加乙烯吸收劑密封。

Sealed with ethylene absorbent after precooled overnight.

C=加乙烯吸收劑田間密封。

Field sealed with ethylene absorbent.

O_2：實線 Solid line；CO_2：斜線 Slant line.

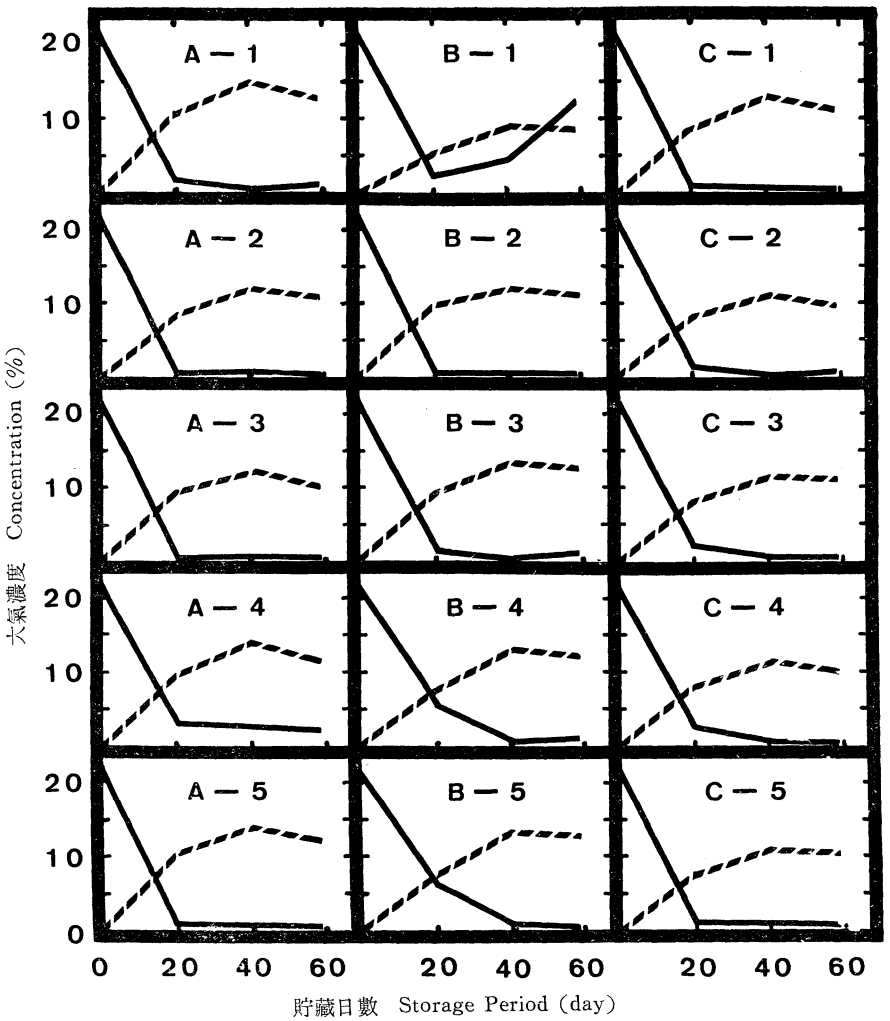


圖 2. 不同處理之結球白菜密封包裝袋內大氣消長型式圖。

Fig. 2. Pattern of changes in O_2 and CO_2 concentration in sealed Chinese cabbage PE bags.

A=隔夜預冷後密封。
Sealed after precooled overnight.

B=隔夜預冷後加乙烯吸收劑密封。
Sealed with ethylene absorbent after precooled overnight.

C=加乙烯吸收劑田間密封。
Field sealed with ethylene absorbent.

O_2：實線 Solid line；CO_2：斜線 Slant line.

表 2. PE 塑膠袋包裝貯藏對「煙台」結球白菜修整率、可售率、品質與生理病害之影響

Table 2. Effects of PE film packaging on the trim loss, salability, quality and physiological disorders of stored Chinese cabbage (*Brassica pekinensis* Rupr.)

處理 Treatment	2 個月貯藏		品質劣變和生理病害 Quality deterioration & physicological disorders				
	修整率 Trim loss (%)	可售率 Salability (%)	新鮮度 Freshness	莖纖維化 Fiberization	黑心 Tip burn	膨脹度 Intumescence	黑點 Black leaf speck
塑膠袋打洞（對照） Perforated	33.9	66.1	+[a]	+	−	+	+++
預冷後密封 Sealed after precooled	100.0	0.0	++	+	+++	+	+++
預冷＋KM_nO_4 乙烯吸收劑 Sealed with KM_nO_4 ethylene absorbent after precooled	100.0	0.0	+++	+	+++	+	+++
田間密封＋KM_nO_4 乙烯吸收劑 Field sealed with KM_4O_4 ethylene absorbent	100.0	0.0	+++	+	+++	+	+++

a. −：無 None；＋：輕微 Slight；＋＋：中等 Moderate；＋＋＋：嚴重 Severe.

變有抑制作用。但二氧化碳濃度高至 5 %時，白菜內部會有輕微黑心現象發生，黑點生理病的爲害程度較包裝試驗者爲輕（表 3）。

表 3. 人工大氣貯藏對「成功」結球白菜修整率、可售率、品質與生理病害之影響

Table 3. Effects of controlled atmospheric storage of Chinese cabbage on the trim loss, salabiltiy, quality and physiological disorders

大氣濃度 Atmospheric composition O_2-CO_2 (%)	修整率 Trim loss (%)	可售率 Salability (%)	品質劣變與生理病害 Quality deterioration and physiological disodrers				
			新鮮度 Freshness	莖纖維化 Fiberization	黑心 Tip burn	膨脹度 Intumescence	黑點 Black leaf speck
21.0-0.03(air)	66.5 a[a]	33.5 b	+[b]	+	−	+	++
2.5-2.5	51.0 b	49.0 a	+++	−	−	−	++
2.5-5.0	53.9 b	46.1 a	+++	−	+	−	++
5.0-5.0	49.5 b	50.0 a	+++	−	+	−	++

a. 同欄英文字母不同表示達 1 %之顯著水準。

Means within column with no subscript letter in common are significantly different (p=0.01).

b. −：無 None；＋：輕微 Slight；＋＋：中等 Moderate；＋＋＋：嚴重 Severe.

討論與結論

如能有較進步的貯藏技術，本省甘藍可由目前2～3個月的貯藏壽命延長至6～7個月，以便在夏季時供應。本試驗應用冷藏配合乙烯吸收劑的使用，已延長甘藍貯運壽命達5個月之久，如能效法先進國家用人工大氣（2.5% O_2 及 5.0% CO_2）貯藏，使甘藍保鮮至7～9個月之久[18,19]時更能有效的供應夏季需求。本試驗以 PE 袋包裝甘藍，可控制袋內大氣成分氧濃度在1～12 %之間，二氧化碳在 10 %以下。袋間大氣成分變化差異程度頗大，其不易控制的原因是由於 PE 膜本身的差異大之故[3]，另外所裝材料成熟度及重量略有差異，亦爲原因之一。甘藍袋內大氣在上述情形下，雖非達到最佳組合，但對甘藍貯藏已顯然有利。本試驗中甘藍袋內氧有近於1%者，仍無發生無氧呼吸而造成醱酵之現象，二氧化碳有高達 10 %者，却無不利之影響。顯然甘藍對高二氧化碳及低氧的忍受性範圍很大。Isenberg 氏經5年的控制大氣貯藏研究，指出氧氣在5—7.5 %之間爲甘藍有效臨界點（Breaking point），貯藏要在氧有效臨界點以下，無氧呼吸發生點（Oxygen extinction point）以上時，才較一般冷藏爲佳。而二氧化碳在5%左右時即具最佳的保綠（鮮）能力，超出此濃度，並無較好效果，此可以部份說明用 PE 袋包裝甘藍會有良好效果之原因。

預冷與否，對甘藍的貯藏效果不明顯，可能由於甘藍的呼吸率低，（約 3～4 ml/kg/hr），短期內不會造成袋內溫度過高，而影響其生理代謝之故。田間封口能保持較高濕度的情況，可抑制外葉失水而老化，增加抗病能力。此外預冷冷藏庫以蛇形氨管發冷產生對流式熱交換，此種預冷方式速率緩慢，效果不高，亦是另一原因。

甘藍在田間發生之黑心生理病已被證實與缺少鉀肥有關[24]，但在貯藏期發生之黑心生理病的原因，目前尚未明瞭。在蒿苣上的心部褐化現象，經研究結果認爲與貯藏大氣、貯藏溫度、濕度及品種有關[6,21,29]。本試驗中置乙烯吸收劑處理者未發生黑心生理病，顯示黑心生理病之發生與乙烯有密切關係，可能是乙烯導致生理代謝之有害產物積聚所造成，症狀最先發生於心部，可能與心部組織最幼嫩與生理代謝最旺有關。

結球白菜對二氧化碳的忍受性遠較甘藍爲低，易發生高二氧化碳之生理障害（High CO_2 injury）[32]。本試驗結果顯示，當二氧化碳濃度超過5%時，即發生不利之影響，易罹黑心生理病，此可用來解釋在包裝試驗貯藏中，袋內 CO_2 濃度在 10 %下達2個月之久爲造成全部黑心生理病的主要原因。黑心生理病與甘藍發生者相似，在心部發生乾腐，皆爲一種生理性之障害[16]。至於乙烯是否如同甘藍試驗影響黑心生理病的發生，於試驗中無法得知，因在連續流通之人工大氣貯藏試驗下，其乙烯並不積聚，而 PE 包裝試驗中，袋內氧過低及二氧化碳過高會使乙烯不能參與酵素反應[1]，或阻止乙烯之生成[34]，而掩蓋了乙烯之效果。

結球白菜黑點生理病的發生與貯藏溫度有關。試驗結果中顯示，在 5°C 貯藏較在 0°C 時發病爲低，此與前人報告相符合[27]。黑點生理病與蒿苣的褐點生理病（Brown staining）相近似，後者係受過高之二氧化碳或過低之氧的影響而發生[6,9]，本試驗中，塑膠袋打洞之處理，亦會發生黑點生理病，顯非高二氧化碳或低氧之影響；此與乙烯似亦無關，因在連續流通之人工大氣貯藏中亦會發生，在此情況下，並無乙烯積聚，可能是因體內老化影響生理代謝的整體反應。

PE 膜包裝對甘藍之貯藏效果良好，而對結球白菜效果不好，概因後者呼吸率高，對氧消耗量與二氧化碳排出量大，但 PE 膜對氧及二氧化碳之滲透力有限，無法滿足其需要，因而造成無氧呼吸之情況之故。目前 EVA（Ethylene Vinyl Acetate resin）保鮮膜較 PE 膜約有5～6倍之氣體滲透能力且可製成較薄之厚度[5]，似較適合結球白菜之包裝貯運，此有待進一步觀察。

品種與貯藏力關係很大。在結球白菜試驗中使用之「煙台」與「成功」二品種，經2個月左右貯藏，其修整損失率達 50 %以上，遠較其他國家之品種爲高[7,12,28,32]，因此進行比較國內不同品種之貯藏力或以育種方式育成較耐貯藏品種之研究，在長期貯藏中頗具其意義。

引 用 文 獻

1. 蔣明南・1970・香蕉密封包裝用乙烯吸收劑之研究。中國園藝 16(5)：14-22。
2. 林學正・1970・臺灣柑桔人工大氣貯藏之研究。嘉新文化基金會研究論文，第 244 種，36 pp.
3. 林學正・1974・控制透氣性包裝袋內大氣成分對新鮮水果蔬菜保鮮技術之研究。農業研究 23(1)：38-47
4. 周安祿、孫全鈞、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-R-490 計劃報告 58 pp.
5. 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。
6. 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.
7. Berg, L. Van dan, and Lentz, C. P. 1974. High humidity storage of some vegetables. Can. Inst. Food Sci. and Technology 7 : 260-262.
8. Bohling, H. and H. Hensen 1977. Storage of white cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata) in controlled atmosphere. Acta Horticulture 62 : 49-53.
9. Brecht, P., Morris, L. Cheyney, C. and D. Janecke 1973. Brown stain susceptibility of selected lettuce cultivars under controlled atmospheres and temperatures. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98 : 261-264.
10. Brooks, C., Bratley C. O. and C. P. MacColloch 1936. Transit and storage disease of fruits and vegetables by initial carbon dioxide treatments. USDA Tech. Bull. 519, 24p.
11. Burg, S. P. and Ellen, A. Burg 1962. Role of ethylene in fruit ripening. Plant Physiol. 37 : 179-189.
12. Emura, K. 1978. Effect of storage temperature on the quality and some components of Chinese cabbage (*Brassica campestris* L. var. pekinensis Makino). Bull. Saitama Hort. Exp. Stat. No. 7 : 41-47.
13. Francis, F. J. 1960. Discoloration and quality maintainance in cole slaw. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 75 : 449-455.
14. Geeson, J. D. and K. M. Browne 1979. CA keeps coleslaw crop greener. Grower 92(14) : 36-38.
15. Geeson, J. D. and K. M. Brown 1979. Effect of postharvest fungicide drenches on stored winter white cabbage. Plant Phthology 28(4) : 161-168.
16. Glaeser, G. 1979. Non-parasitic storage disorders of cabbage and Chinese cabbage. Pflanzenarzt 32(4) : 42-44.
17. Henze, J. 1977. Influence of CA-storage on fermentation of white cabbage (*Brassica oleracea* L.). Acta Horticulture 62 : 71-76.
18. Isenberg, F. M. 1969. Fresh green cabbage--after seven monthes of storage. Amer. Veg. Grow. 17(2) : 24, 26, 48-49.
19. Isenberg, F. M., and R. M. Sayles 1969. Modified atmosphere storage of Danish cabbage J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94(4) : 447-449.
20. Isenberg, F. M., Oyer, E. G., and C. B. Engst 1971. The effects of modified atmospheres plus physioligically active chemicals on cabbage storage life. Acta Horticulture 20 : 7-18.
21. Lipton, W. J. 1967. Market quality and rate of respiration of head lettuce held in low-oxygen atmosphere. USDA Mkt. Res. Rpt. 777.
22. Lutz, J. M. and R. E. Hardenburg 1968. The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks. USDA Agri. Handbook No. 66, 94p.
23. Nelson, R. 1926. Storage and transportational diseases of vegetables and suboxidation. Mich.

Agri. Exp. Stat. Tech. Bull. 81, 38pp.

24. Palmer, R. G. 1941. Effects of potash on the tip burn of cabbage. Phytopathology 31 : 18.
25. Parsons, C. S. 1959. Effect of temperature and packaging on the quality of stored cabbage. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 74 : 612-621.
26. Parsons, C. S. 1959. Extending the storage life of cabbage, celery, lettuce and tomatoes abroad a navy supply ship. USDA, Mkt, Res. Rept. 336.
27. Pastnkhor, V. M. 1977. The effect of temperature and relative humidity during storage on the occurrence of spotted necrosis on head cabbage mother plants. Shorik Nach. Trudor Mo-sk, S-Kh, Akad. im-K. A. Timiryaszeva No. 231 : 145-147. (Cited in Hort. Abs. 49(2) : 100, 1979).
28. Schouten, S. P. 1979 CA storage of Chinese cabbage. Groenten en Fruit 35(17) : 46-47. (Cited in Hort Abs. 50(5) : 280, 1980).
29. Stewart, J. K., and F. Motoba 1972. Some factors influcing the suceptibility of lettuce to CO_2 injury. Plant Disease Reporter 56 : 1051-1053.
30. Tomkins, R. G. 1962. Film packaging of fresh fruit and vegetable--the influence of permeability. The Inst. Packaging Conf. Guide, pp. 64-69.
31. 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.
32. Weichmann, J. 1977. CA storage of Chinese cabbage (*Brassica pekinensis* (Lour) Rupr). Acta Horticulture 62 : 119-129.
33. Wells, J. M. 1974. Growth of *Erwinia Carotovora, E. atroseptica* and *Pseudomonas fluorescens* in low oxygen and high carbon atmospheres. Phytopathology 64 : 1012-1015.
34. Yang, S. F. 1980. Regulation of ethylene biosynthesis. Hortscience 15(3) : 238-243.

Long-term storage of cabbage and chinese cabbage[1]

Shue-cheng Lin, Wei-yee Wang, Hui-ling Chiang[2] and Fu-wen Liu[3]

Summary

'Chu-chiuo' cabbage and 'Ien-tai' Chinese cabbage were packed in 0.03m/m thick polyethylene (PE) bag for 2-5 month storage. KM_nO_4 on vermiculite as ethylene absorbent inhibited the quality deteriorations of cabbage as leaf yellowing, stem fiberization and sprouting, head intumescence and physiological disorder of tip burn, however, disorder of black leaf speck was not alleviated. Disorder of tip burn was seriously appeared

1. Contribution No. 1018 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Horticulturist, Research Assistant and Project Assistant respectively. Department of Horticulture, TARI, Wufeng, Taichung Hsien , Taiwan 431, ROC.
3. Associate Professor, on his sabbatical leave from Dept. of Pomology, Cornell University, at Dept. of Horticulture, TARI, Taiwan.

in the treatment without ethylene absorbent after 3-month storage. Packaging with ethylene absorbent kept cabbage in freshness for 5 months compared with the mere acceptable condition in perforate package for 3 months.

Ethylene absorbent had no significant benefcial effect in inhibiting quality deterioration and physiological disorders in Chinese cabbage due to the commodities were injured with high CO_2 (>10%) and low O_2 (<1 %). Disorder of black leaf speck was appeared seriously in leaves after 1-month storage.

The concentration of O_2 and CO_2 in cabbage packagings attained their steady-state after 20-day storage. The fluctuations of O_2 were ranged between 1-12%, whereas CO_2 were 4-10% ; Steady-state condition were not happened in Chinese cabbage packagings in which CO_2 increased sharply till 40-day storage then declined due to decay or fermentation, O_2 decreased lower than 1% after 20-day storage and keep till 60 days.

Another cultivar 'Chen-kon' chinese cabbage were stored under controlled atmosphere with combinations of O_2 2.5%-CO_2 2.5%, O_2 2.5 %-CO_2 5 %, and O_2 5 %-CO_2 5%. Controlled atmosphere storage had good results both in increasing salability and quality keeping, however, CO_2 concentration of 5 % increased the disorder of tip burn. The best combination for Chinese cabbage was found in 2.5% O_2 and 2.5 % CO_2.