

塑膠袋包裝蔬菜冷藏效果之初步探討

Effect of Refrigerated Cooling on the Shelf

Life of Vegetables Packaged in Plastic

Bags with Different Openings

國立臺灣大學農業機械工程學系講師

國立臺灣大學植物病蟲害學系副教授

盧 福 明

侯 信 雄

Fu-ming Lu

H. H. Hou

Agricultural Machinery Engineering Dept.

Plant Pathology Dept.

National Taiwan University

National Taiwan University

Summary

The vegetables for sale in the mini-youth supermarkets or convenience stores are packed in plastic bags and put in the open-style refrigerated showcase. The temperature of the inlet air in the showcase is about 5-8°C, but the temperature of the vegetables inside the plastic bags is about 10-16°C.

This study is to investigate the effect of the interaction among the treatments of two refrigerated air temperatures (10°C, 15°C) and five plastic bag openings (0, 4, 12, 16, and 80 hole-openings of ϕ 5mm in each opening) on the quality of vegetables during the retailing period. Six kinds of vegetables were selected and stored in two temperature controlled air chambers in this experiment.

The results showed that losses in quality and weight were substantially less for those vegetables packed in the 4-hole openings plastic bags at 10°C. After 48 hours of storing in the constant temperature chamber, all treatments showed that the vegetables became soft and shrivelled and the leaves turned yellow. There were not much difference in decay between vegetables stored in 10°C and 15°C.

摘 要

本文為探討零售蔬菜之冷藏保鮮方法之初步結果。選用半結球白菜、青江白菜、小白菜、空心菜、豆苗和青蔥等六種菜蔬，各裝於塑膠袋內，置於 15°C 和 10°C 冷藏櫃內，以探討不同塑膠袋孔隙率和冷藏溫度對於蔬菜之失重率和病變之影響。

蔬菜裝於塑膠袋之打孔數較多即孔隙率較大者，失重率較大，相同孔隙率時則以冷藏於較高溫 (15°C) 的失重率為大。15°C 和 10°C 之冷藏病變差異不顯著。包裝袋沒打洞時也即透氣性惡劣時，包裝蔬菜之病變率增大。

一、前 言

基於衛生與減少損耗之目的，目前蔬菜零售方式逐漸採用塑膠袋包裝置於冷藏櫃內，此等零售方式見諸於超級市場及新近大量推廣之青年商店內。

青年商店係由農發會、臺北市政府建設局及行政院青輔會聯合輔導成立之，此一現代化之零售食品經銷方式，自民國六十六年起開始推出⁽¹⁾，到六十七年十二月為止，臺北市共有 59 家青年商店。青年商店之經營特徵之一乃係以冷藏銷售生鮮農產品為主的零售銷售系統。此等生鮮農產品計有蔬菜、水果、豬肉、牛肉、魚蝦及雞鴨等項目。此等必需冷藏，銷售物品大多來自果菜公司、地區漁會市場或畜產冷凍公司等。部份農產品且經由新近成立之青年商店服務中心加以重新包裝分送各青年商店。青年商店內貯放或擺設之各類蔬菜都置於冷藏櫃內。因各種蔬菜物性、形狀、包裝之不同，其最適宜之冷藏貯存環境也異。由產地到零售階段中之運銷過程中，都應給予最佳貯運條件，始可增加零售階段產品保鮮度。即使在零售階段，如將所有物品置於同一溫度之下貯放，將造成部份蔬菜冷度不足，加速腐爛變質，而部份蔬菜冷度過份，造成凍傷影響品質。是故為提高農產品之保鮮度，在零售階段各類蔬菜之保鮮方法，仍必須加以研究改善。

由果菜腐損原因之調查結果指出，因管理不善及冷藏技術不良者佔 42%，果菜本質屬於不易貯藏者佔 24%，果菜包裝不良者佔 18%，其他原因佔 16%⁽²⁾。

有關研究文獻指出低溫高濕之環境有助於延長果蔬貯存期限與保持品質^(3, 4, 5)。使用 PVC 或 PE 膠袋或膠紙包裝果蔬，在低溫下可減少失重凋萎，保持較佳品質如色澤、新鮮度等。但若包裝袋透氣性不良或在包裝袋內產生凝結水滴時反而形成不良貯藏環境而加速發生黴病腐爛變質^(6, 7, 8, 9)。

本研究之目的為：

1. 調查現有青年商店零售蔬菜短期保鮮方式。
2. 探討青年商店零售蔬菜最適宜之保鮮方法。
3. 探討農產品由產地到青年商店之間，各運銷過程中之最佳保鮮方式，以增長蔬菜保鮮期限，防止腐爛變質。

二、試驗材料及方法

試驗用蔬菜直接由青年商店服務中心購進後，重新包裝於塑膠袋中，封口後再放入恒溫恒濕冷藏

櫃內，每隔 48 小時、96 小時和 144 小時，取出秤重，並加以品質鑑定分析。

塑膠袋大小依包裝物之大小而異，常見之尺寸為 24×34mm，塑膠包裝袋分別打洞，每一洞孔徑 5mm，依塑膠袋上洞數別計分為 0 洞即密閉袋、4 洞、12 洞、80 洞和 16~32 洞（洞孔徑 6mm，此即青年商店服務中心之原包裝袋）等 5 種處理，每包菜平鋪於冷藏櫃鐵架上，並避免重疊擺放。

冷藏櫃係 TABAI PR-3 型和 PL-3 型實驗室用恒溫恒濕櫃（溫度範圍—40~80°C，容量 408 升）。試驗冷藏溫度處理為 10°C 和 15°C，相對濕度設定於 50~55%。

蔬菜儲藏期間病變之調查係將冷藏於 10°C 及 15°C 之材料，於不同貯存期間（2 天、4 天、6 天）之後取出，當天記錄病變情形及病變比率。調查後將材料置於室溫下，每天再行記錄，直至大部份材料均已腐化為止。

此次試驗用蔬菜計選用半結球白菜、青江白菜、小白菜、空心菜、豆苗和青蔥等六種。

有關試驗設備如圖 1，2 所示。

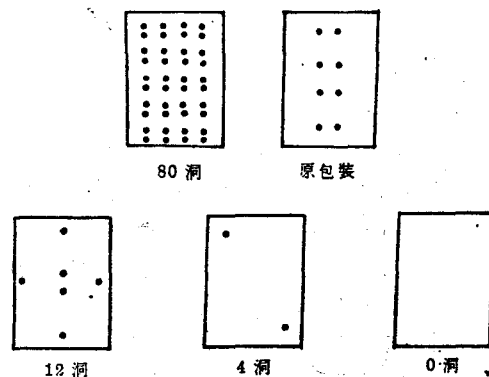


圖 1. 塑膠包裝袋打洞位置

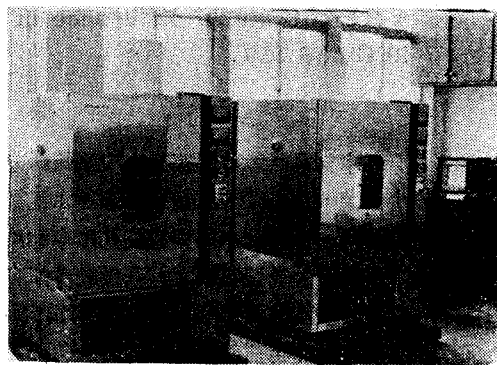


圖 2. 試驗用恒溫恒濕冷藏櫃

三、結果與討論

(一) 青年商店蔬菜冷藏溫度

於民國 68 年 4 月 12 日調查甲乙兩家青年商店蔬菜冷藏情形，使用 Kane-May 數字式溫度計 ($-40\sim+40^{\circ}\text{C}$ ，誤差 $\pm 1^{\circ}\text{C}$) 量測冷藏櫃冷氣溫度和蔬菜溫度。青年商店內之果蔬展示冷藏櫃一般計有底層、下層、中層和上層等。冷藏櫃型式和冷空氣循環路徑如圖 3 所示。調查當天室外氣溫為 25°C ，各層冷空氣溫度在甲店為上層 9°C ，中層 8°C ，下層 7°C ，底層 5°C ；乙店為上層 15°C ，中層 14°C ，下層 13°C ，底層 8°C 。由於冷藏櫃採開放式放冷氣易散失，甲家冷藏櫃底層空氣出口溫度 5°C ，但調查放置於底層之塑膠袋包裝之油菜菜、青江白菜和小白菜之葉肉溫度則介於 $10\sim 12^{\circ}\text{C}$ ，包裝袋與包裝袋之間之空隙空氣溫度介於 $8\sim 10^{\circ}\text{C}$ 。乙家冷藏櫃底層空氣溫度 8°C ，調查放置於底層之塑膠袋包裝之菠菜、芥菜、小白菜、青江白菜和芹菜等之葉肉溫度介於 $13\sim 16^{\circ}\text{C}$ ，包裝袋

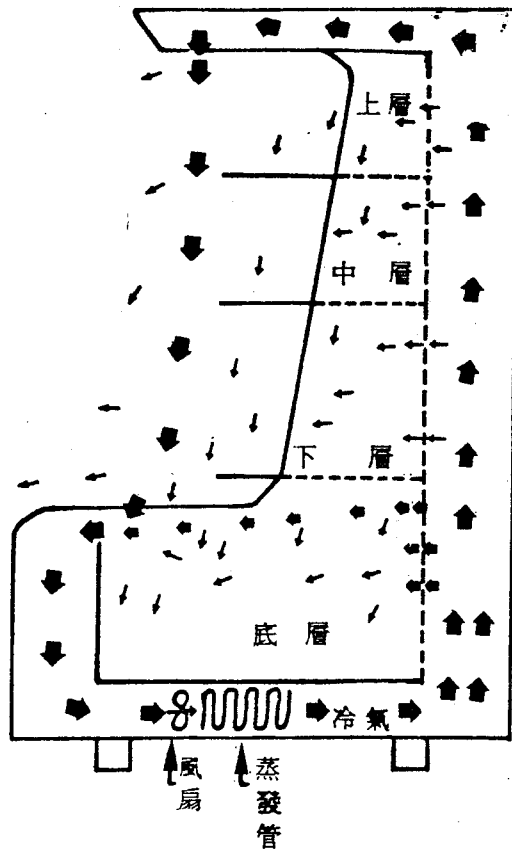


圖 3. 零售店冷藏櫃上中下和底層及冷氣循環示意圖

間之空隙空氣溫度介於 $11\sim 13^{\circ}\text{C}$ ，放置於上、中、下層之蔬菜溫度則介於 $16\sim 20^{\circ}\text{C}$ 。甲乙兩家之冷藏櫃設定溫度相差約 3°C 。

調查甲乙兩家結果顯示，蔬菜溫度約較開放式冷藏櫃底層冷氣出口溫度高出 $5\sim 8^{\circ}\text{C}$ 。冷藏需要性較低之蔬菜，如花椰菜、絲瓜等，大都放置於冷藏櫃上中下層等較高溫度處，大多數蔬菜類都放置於底層。

放置於底層的蔬菜均係多包平放層疊一塊，有達 10 包者，此種緊密疊放方式，使冷氣不易通過層層間，故未直接與冷氣接觸之包裝袋內之蔬菜溫度較高。避免包裝袋疊放擠壓之改善方法似可試行採用垂直式擺放蔬菜，也即將蔬菜挿入框架，成直立態。

(二) 冷藏蔬菜黃萎失重情形

根據調查甲乙兩家放置於冷藏櫃底層之蔬菜葉肉溫度各為 $8\sim 10^{\circ}\text{C}$ 和 $13\sim 16^{\circ}\text{C}$ ，亦即甲家冷藏櫃溫度調低而乙家調高，據此，本研究即以 10°C 和 15°C 兩種溫度來探討冷藏蔬菜品質變化情形。由於青年商店係採每日直接委託青年商店服務中心進貨，故蔬菜進貨量皆以能在當天售完之數量為進貨依據，因此當天購進之蔬菜大都於當天售出，生意清淡時則在進貨第 2、3 天即可售出，鮮有進貨一週以上才售出者，因之青年商店蔬菜冷藏櫃乃為針對極短期 1~2 天之冷藏之用。因非長久冷藏，故冷藏櫃溫度沒調到低溫。一般而言大多數蔬菜類長久貯存保鮮之適當冷藏溫度約介於 $0\sim 5^{\circ}\text{C}$ (10)。

目前零售蔬菜包裝計有塑膠袋和保鮮膜包裝兩種方式，本研究僅探討塑膠袋包裝之冷藏現象。各種不同開孔數之塑膠袋包裝蔬菜貯藏於 10°C 和 15°C 之下，在 48 小時、96 小時和 144 小時後之失重率如表 1~6。

青江白菜 (表 1) 貯存 48 小時後，依塑膠袋打洞數別而言，0 洞即全密封者，在貯藏溫度 15°C 和 10°C 之失重率都為 0%，即無失重現象；4 洞者在 10°C 和 15°C 都為 1.8%；12 洞者在 10°C 為 3.77%，在 15°C 為 3.84%；80 洞者在 10°C 為 10.71%，在 15°C 為 25% 差異最大。也即包裝青江白菜之塑膠袋之打孔數較多者或孔隙率較大者，失重率較大，相同打孔數時則以冷藏於高溫 15°C 的失重率為大。但開孔數少時，如 0 洞，4 洞和 12 洞，在 15°C 和 10°C 下之失重率之差異甚小。開孔數多時如 80 洞在 15°C 之失重率約為 0 洞、4 洞

和 12 洞包裝之 6~12 倍。冷藏 96 小時後，0 洞和 4 洞包裝之失重率甚小，而 12 洞和 80 洞包裝者則大增，最高達 35 %。

原包裝塑膠袋打孔數為 16 洞，經 48 小時貯存之後失重率為 10°C，3.77 %；15°C，9.09 %；96 小時後則增大為 10°C，5.45 %；15°C，25.45 %。

一般而言，青江白菜冷藏後之失重率隨冷藏日數增加而增加，包裝塑膠袋開孔數多者失重率大，0 洞者幾無失重現象，以 80 洞之失重率最大，冷藏於 15°C 下之失重率大於 10°C 之失重率，此一趨勢如圖 4、5 所示。此種失重現象相同於甜椒之貯存，未包裝之甜椒在 25°C 貯存 4 天後即失

重 5 %，而經塑膠袋包裝者經過 8-10 天才失重 5 %⁽⁶⁾。此外冷藏天數增加時，青江白菜葉黃變現象以開孔數多之包裝為顯著。例如冷藏 96 小時以後 0 洞和 4 洞包裝者，在 10°C 之下仍無黃變現象發生，而其他包裝者則有部份產生枯黃葉片。冷藏 48 小時後包裝於 0 洞和 80 洞之青江白菜如圖 6 所示，15°C 80 洞包裝之青江白菜已有黃萎現象。冷藏 144 小時後，0 洞者在 10°C 失重率仍低，為 1.81 %，而 80 洞者則高達 48 %，除 0 洞包裝外都已有顯著黃變現象。為減少失重率，所用之塑膠袋開孔數應少。

表 1 青江白菜失重率 (5月.15 日~5月 21 日)

包裝袋 開孔數	貯存 溫度	2 天 (48 小時)			4 天 (96 小時)			6 天 (144 小時)		
		原重 (克)	失重 (克)	失重率 (%)	原重 (克)	失重 (克)	失重率 (%)	原重 (克)	失重 (克)	失重率 (%)
		0 洞	10°C	275	0	0	265	0	0	275
	15°C	280	0	0	270	5	1.85	280	5	1.78
4 洞	10°C	265	5	1.88	270	5	1.85	280	20	7.14
	15°C	265	5	1.88	280	10	3.57			
12 洞	10°C	265	10	3.77	265	15	5.66	270	30	11.11
	15°C	260	10	3.84	290	55	18.96			
80 洞	10°C	280	30	10.71	280	100	35.71	250	120	48.00
	15°C	280	70	25.00	290	90	31.03			
原包裝	10°C	265	10	3.77	275	15	5.45	270	30	11.11
	15°C	275	25	9.09	275	70	25.45			

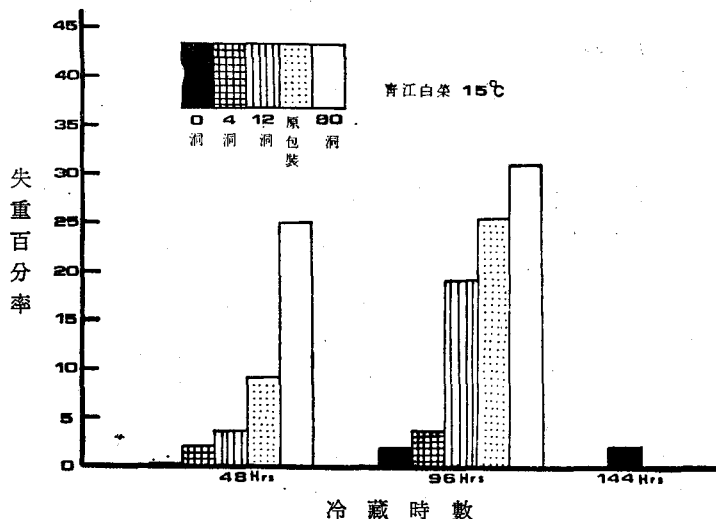


圖 4 青江白菜冷藏於 15°C 之失重率

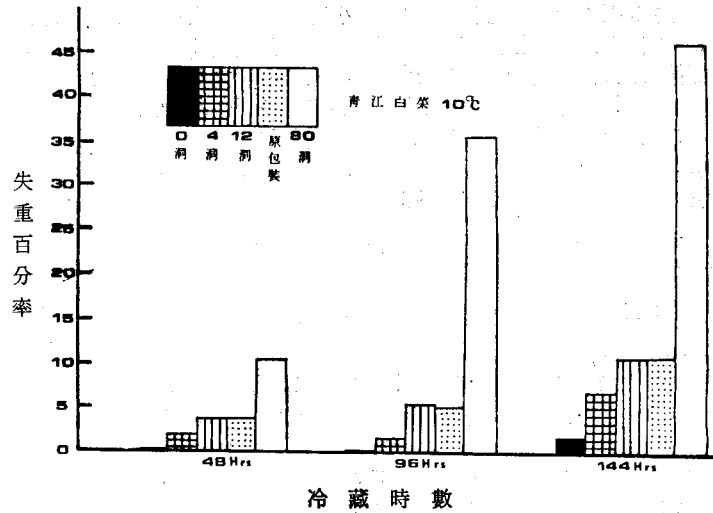


圖 5 青江白菜冷藏於 10°C 之失重率

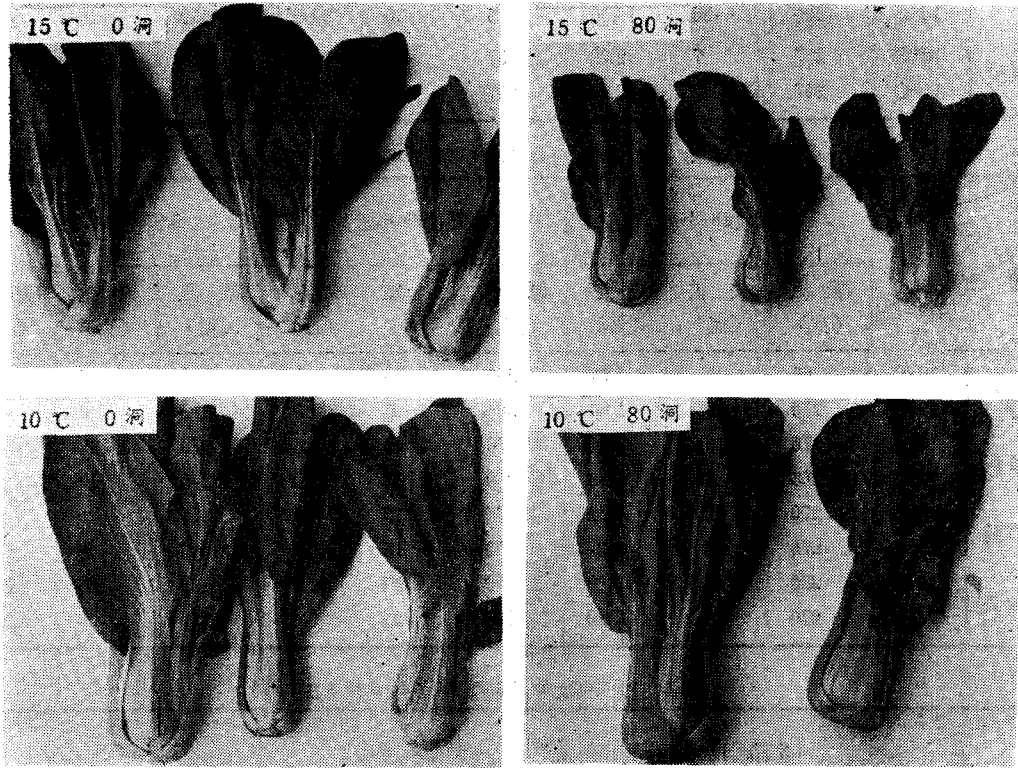


圖 6. 冷藏 48 小時後之青江白菜

小白菜(表 2) 冷藏結果仍以冷藏於 15°C 之失重率大於冷藏於 10°C 者, 到 144 小時後, 0 洞包裝者, 失重率雖為 0%, 但在 96 小時後, 菜葉即已有黃變和枯萎乾燥現象。包裝於 80 洞者在 15°C 和 10°C 溫度下, 小白菜之失重率最大。因之小白菜冷藏於 10°C 和 15°C 之時間不宜超過 48

小時。有關冷藏溫度低於 10°C 以下, 發生黃變現象之期限如何, 將以今後再行探討之。

空心菜(表 3) 冷藏結果指出冷藏於溫度 10°C 和 15°C 之失重率之差異不甚明顯, 但仍以包裝袋開孔數多者失重率較大, 如冷藏 48 小時後失重率在 10°C 時 0 洞為 1.9%, 12 洞為 4.62%; 在 15°C

時0洞為1.85%，12洞為9.01%，原包裝之失重率則為9.82%~7.4%。空心菜在冷藏到96小時後在15°C者僅甚少部份發生黃變現象，但約有1/6葉片有腐爛現象，而在10°C者外觀仍然青綠飽實。144小時後，10°C之下，密封於塑膠袋（0洞）之空心菜之失重率雖然仍低，也無黃變現象，但已有少量的腐爛跡象，綜言之，空心菜冷藏到96

小時仍無嚴重失重現象，品質也無敗腐發生。

豆苗（表4）冷藏於10°C時仍以包裝塑膠袋開孔數多者之失重率較大。在10°C之下冷藏96小時後各種包裝之豆苗都發生腐爛。144小時後，腐爛現象更為嚴重。在冷藏溫度10°C時，豆苗冷藏期限不要超過48小時。

表 2 小白菜失重率（5月22日~5月28日）

包貯 裝袋 開孔 膠孔	貯存 目 溫 度	2天(48小時)			4天(96小時)			6天(144小時)		
		原重 (克)	失重 (克)	失重率 (%)	原重 (克)	失重 (克)	失重率 (%)	原重 (克)	失重 (克)	失重率 (%)
		0洞	10°C	270	0	0	270	0	0	280
	15°C	275	0	0	270	0	0	280	0	0
80洞	10°C	280	65	23.21	270	80	29.62	270	85	31.48
	15°C	290	55	18.96	275	100	36.36	280	130	46.42
原包裝	10°C	257	7	2.72	257	37	14.39	256	26	10.15
	15°C	257	32	12.45	257	47	18.28	257	117	45.52

表 3 空心菜失重率（5月29日~6月4日）

包貯 裝袋 開孔 膠孔	貯存 目 溫 度	2天(48小時)			4天(96小時)			6天(144小時)		
		原重 (克)	失重 (克)	失重率 (%)	原重 (克)	失重 (克)	失重率 (%)	原重 (克)	失重 (克)	失重率 (%)
		0洞	10°C	260	5	1.92	260	0	0	270
	15°C	270	5	1.85	265	0	0	270	0	0
4洞	10°C	275	5	1.81	270	15	5.55	270	20	7.40
	15°C	265	5	1.88	270	0	0	260	10	3.84
12洞	10°C	270	12.5	4.62	275	15	5.45	275	25	9.09
	15°C	275	25	9.09	260	15	5.76	260	30	11.53
原包裝	10°C	280	27.5	9.82	270	35	12.96	265	75	28.30
	15°C	270	20	7.40	265	25	9.43	260	70	26.92

表 4 豆苗失重率（5月29日~6月4日）

包貯 裝袋 開孔 膠孔	貯存 目 溫 度	2天(48小時)			4天(96小時)			6天(144小時)		
		原重 (克)	失重 (克)	失重率 (%)	原重 (克)	失重 (克)	失重率 (%)	原重 (克)	失重 (克)	失重率 (%)
		0洞	10°C	150.5	0	0	150	0	0	150
4洞	10°C	156	1	0.64	150	5	3.33	150	10	6.66
12洞	10°C	160	10	6.25	160	15	9.37	150	40	26.66
原包裝	10°C	150.5	15.5	10.29	150.5	20.5	13.62	145	30	20.68

半結球白菜(表5)之冷藏失重率小於6%，仍以塑膠袋開孔較多之80洞包裝之失重率最高。冷藏48小時後，80洞者在10°C失重率為6.10%，15°C為3.31%，4洞者10°C為0.49%，15°C為1.00%。綜言之，塑膠袋包裝方式和冷藏溫度對於半結球白菜短期冷藏失重率之影響甚小。半結球白菜於冷藏48小時後外包葉發生少量斑點狀褐色瘀痕，96小時後此瘀痕部位即擴大而呈腐爛狀，經查此褐變腐爛部位係運銷途中受到壓傷或擦傷之部位，摘除外層包葉後，內層包葉之褐變部位即呈顯著減少。半結球白菜冷藏於10°C和15°C，在48小時後都有此褐色瘀痕，但以密封包裝即0洞者最少。因青年商店營業方針係採每日進貨，短

期冷藏蔬菜，故冷藏櫃溫度調高(10~15°C)，在此溫度之下長久保鮮效果較差，故為防止褐變腐爛，在運銷包裝過程中應避免壓傷或擦傷半結球白菜。

青蔥(表6)冷藏48小時後0洞，4洞和12洞包裝之失重率為0~6.66%，仍以密封包裝者失重率最小。因原包裝係長條塑膠袋且無封口，青蔥呈裸露狀，故原包裝，在冷藏48小時後，失重率高達20%以上。密封包裝冷藏於10°C和15°C48小時後，仍然保持青綠狀，其他密封程度較低如12洞和原包裝之包裝袋內之青蔥，則呈現少部分乾枯現象，96小時後此種乾枯現象更為嚴重。對於減少失重和乾枯現象而言，青蔥仍以密封包裝即0洞者和低溫冷藏(10°C)之效果最好。

表5 半結球白菜(6月5日~6月11日)失重率

包裝袋 開孔	貯存 溫度	2天(48小時)			4天(96小時)			6天(144小時)		
		原重 (克)	失重 (克)	失重率 (%)	原重 (克)	失重 (克)	失重率 (%)	原重 (克)	失重 (克)	失重率 (%)
0洞	10°C	1195	0	0	1115	0	0	585	10	1.70
	15°C	710	0	0	925	5	0.54	765	5	0.65
4洞	10°C	1020	5	0.49	1255	15	1.19	1005	20	1.99
	15°C	1000	10	1.00	760	5	0.65	580	10	1.72
12洞	10°C	985	10	1.01						
	15°C	985	25	2.53	605	30	4.95	920	35	3.80
80洞	10°C	1065	65	6.10						
	15°C	1205	40	3.31						
原包裝	10°C	485	15	3.09	1230	50	4.06			
	15°C	1050	10	0.95	585	30	5.12	565	15	2.65

表6 青蔥失重率(6月5日~6月11日)

包裝袋 開孔	貯存 溫度	2天(48小時)			4天(96小時)		
		原重 (克)	失重 (克)	失重率 (%)	原重 (克)	失重 (克)	失重率 (%)
0洞	10°C	85	0	0	80	0	0
	15°C	85	2.5		90	0	0
4洞	10°C	80	0	0	85	0	0
	15°C	85	0	0	80	0	0
12洞	10°C	75	5	6.66	80	14.5	18.12
	15°C	85	5	5.88	75	9.5	12.66
原包裝	10°C	80	25	31.25	75	20	26.66
	15°C	85	20	23.52	80	25	31.25

(三) 冷藏蔬菜病變情形

冷藏 48、96、144 小時後測定之第 1 天蔬菜軟腐株數和自冷藏櫃取出後再置於室溫觀察之第 2 天到全部腐爛為止之軟腐株數如表 7~16。

青江白菜 (表 7、8、9) 於低溫下存放時，10°C 48 小時大致都沒軟腐，但 15°C 時則略有軟腐葉片出現，低溫存放 48 小時後再於常溫之下存放三天時，約 1/3 到 1/2 青江白菜葉片是呈現軟腐，部分植株中心亦有軟腐情形。低溫存放 96 小時後之情況與 48 小時相似，但 15°C 且沒有打洞之包裝之軟腐情形較為嚴重。可知 15°C 下，當包裝袋沒打洞時易於引發軟腐病。本處理之青菜，常溫之下存放三天後，大多植株均有軟腐病徵。存放 144 小時後，再於常溫下置留三天則大多植株，不但葉部軟腐，心腐情形也相當嚴重。對照組存放 96 小時後，幾乎全部葉部腐爛，120 小時後心部開始腐爛，144 小時後腐爛情形更加嚴重。

表 7 青江白菜冷藏過程中之軟腐情況 (冷藏 48 小時)

塑膠袋開孔數	溫度 °C	株數	第 1 天	第 3 天
0	10	3	▲: 0 株 △: 0	▲: 0 株 △: 1
4	10	3	▲: 0 △: 0	▲: 1 △: 1
12	10	3	▲: 0 △: 0	▲: 2 △: 0
80	10	3	▲: 0 △: 0	▲: 0 △: 0
原包裝	10	4	▲: 0 △: 0	▲: 1 △: 1
0	15	3	▲: 0 △: 1	▲: 0 △: 1
4	15	3	▲: 0 △: 1	▲: 2 △: 2
12	15	4	▲: 0 △: 0	▲: 0 △: 1
80	15	7	▲: 0 △: 0	▲: 0 △: 0
原包裝	15	3	▲: 0 △: 0	▲: 0 △: 2

▲: 中心軟化, △外葉軟化。

[註]: 1. 第 1 天即冷藏 48 小時取出者。

2. 第 3 天係自冷藏櫃取出蔬菜放置於室溫後起算的天數。

3. 未列之天數係無發現軟腐。

4. 株數為測定數目。

5. 以下各表同此定義。

表 8 青江白菜冷藏過程中之軟腐情況 (冷藏 96 小時)

塑膠袋開孔數	溫度 °C	株數	第 1 天	第 2 天	第 3 天
0	10	3	▲: 0 株 △: 0	0 株 2	0 株 3
4	10	3	▲: 0 △: 0	1 2	2 3
12	10	3	▲: 0 △: 0	1 1	3 3
80	10	3	▲: 0 △: 0	0 0	0 3
原包裝	10	6	▲: 0 △: 0	1 1	2 3
0	15	4	▲: 0 △: 3	4 4	
4	15	3	▲: 1 △: 1	3 3	
12	15	3	▲: 0 △: 0	0 0	0 3
80	15	5	▲: 0 △: 0	0 0	0 0
原包裝	15	3	▲: 0 △: 0	0 0	0 0

▲中心軟化, △外葉軟化。

表 9 青江白菜冷藏過程中軟腐情況 (冷藏 144 小時)

塑膠袋開孔數	溫度 °C	株數	第 1 天	第 2 天	第 3 天
0	10	5	▲: 0 株 △: 0	0 株 2	1 株 2
4	10	3	▲: 0 △: 0	1 0	2 3
12	10	4	▲: 0 △: 2	2 2	2 4
80	10	3	▲: 0 △: 0	0 0	0 0
原包裝	10	5	▲: 0 △: 0	0 0	1 3
0	15	6	▲: 0 △: 2	3 6	6 6

▲中心軟化, △外葉軟化。

小白菜 (表 10、11、12) 存放過程中之軟化情形，視冷藏溫度而異。冷藏時間由 48 小時至 144 小時似乎沒有差異，但經冷藏後取出置放於室溫之下 4 天，則可見大多植株均呈軟化，尤以 15°C 冷藏者為甚。由結果顯示冷藏 96 小時者軟化率比 48

小時及 144 小時者為嚴重，推測可能取樣不佳之故。由實驗過程可知，如小白菜葉柄於採收期即有壓傷或其他原因而造成傷害時，則在冷藏中很快即會軟化，但健全植株則較不會軟化，實驗結果並顯示健全植株 PH 值均低，呈酸性，開始軟化時，PH 值急速升高而達鹼性，此中可能與植株生理反應有關，進一步之研究正進行中。

表 10 小白菜冷藏過程中之軟腐情況
(冷藏 48 小時)

塑膠袋開孔數	溫度 °C	株數	第 4 天軟腐株數
0	10	7	2
4	10	6	0
12	10	5	1
80	10	6	0
原包裝	10	6	3
0	15	11	0
4	15	6	3
12	15	6	4
80	15	7	2
原包裝	15	6	2

表 11 小白菜冷藏過程中之軟腐情況
(冷藏 96 小時)

塑膠袋開孔數	溫度 °C	株數	第 4 天軟腐株數
0	10	6	4
4	10	5	3
12	10	6	5
原包裝	10	7,6	4,4
0	15	6	6
4	15	6	6
12	15	6	5
8	15	6	6
原包裝	15	6	3

表 12 小白菜冷藏過程中之軟腐情況
(冷藏 144 小時)

塑膠袋開孔數	溫度 °C	株數	第 4 天軟腐株數
0	10		
4	10	6	1
12	10	7	2
80	10	8	0
原包裝	10	5	0
0	15	11	0
4	15	6	4
12	15	6	3
80	15	5	1
原包裝	15	8	6

半結球白菜 (表 13、14) 儲藏在 10°C 與 15°C 之試驗無法看出差異。儲藏 48 小時後均未發現病原性軟化，自冷藏櫃取出後第二天開始有輕微病原性，15°C 組取出後存放二天開始軟化，四天後病徵逐漸嚴重，第五天時一半已嚴重腐爛；10°C 組則在取出第七天時才顯現嚴重病徵。

冷藏 96 小時後取出置於室溫之下，第一天 10°C 及 15°C 組均有輕微病徵，第三天以後，病徵稍重，第五天以後則有嚴重病徵出現。

表 13 半結球白菜冷藏過程中之軟腐情況
(冷藏 48 小時)

塑膠袋開孔數	溫度 °C	第 1 天	2 天	3 天	4 天	5 天	6 天	7 天
0	10	○	△	△	△	△	×	※
4	10	○	○	○	○	△	△	×
12	10	○	○	○	○	○	○	△
80	10	○	○	△	△	△	×	※
0	15	○	○	○	○	○	○	△
4	15	○	△	△	×	×	×	※
12	15	○	△	△	×	※		
80	15	○	○	△	△	×	※	
原包裝	15	○	△	△	×	※		

[註]: ○無病徵 △病徵輕微 ×病徵稍重 ※病徵嚴重

表 14 半結球白菜冷藏過程中之軟腐情況
(冷藏 96 小時)

塑膠袋 開孔數	溫度 °C	第 1 天	2 天	3 天	4 天	5 天
0	10	△	△	×	×	※
4	10	△	△	×	×	※
12	10	△	△	△	×	※
原包裝	10	△	△	×	×	※
0	15	△	△	△	△	×
4	15	○	○	○	○	△
12	15	△	△	×	×	※
原包裝	15	○	○	○	○	△

[註]：○無病徵 △病徵輕微 ×病徵稍重 ※病徵嚴重

青蔥 (表 15、16) 在 10°C 及 15°C 存放 48 小時均能維持不受病原菌為害的情況，但是 96 小時後，即已逐漸出現輕微病徵。冷藏 48 小時後，放置於室溫下，第二天開始軟化，第四天加重其程度，第五天以後則開始嚴重腐爛。但冷藏 96 小時後才取出放於室溫者，第一天即有輕微病徵，第二天部分病徵稍重，第三天即有嚴重的病徵出現，第四天時幾乎均已嚴重發病。

表 15 青蔥冷藏過程中之軟腐情況
(冷藏 48 小時)

塑膠袋 開孔數	溫度 °C	第 1 天	2 天	3 天	4 天	5 天	6 天	7 天
0	10	○	△	△	×	※		
4	10	○	○	△	×	×	※	
12	10	○	○	△	×	※		
80	10	○	△	△	△	×	×	※
原包裝	10	○	○	○	○	△	△	△
0	15	○	△	×	×	※		
4	15	○	△	△	×	※		
12	15	○	○	△	×	※		
原包裝	15	○	○	△	×	×	※	

[註]：○無病徵 △病徵輕微 ×病徵稍重 ※病徵嚴重

表 16 青蔥冷藏過程中之軟腐情況
(冷藏 96 小時)

塑膠袋 開孔數	溫度 °C	第 1 天	2 天	3 天	4 天	5 天
0	10	△	△	×	※	
4	10	△	×	※		
12	10	○	○	△	※	
對照	10	○	○	△	△	△
0	15	○	△	×	※	
4	15	△	×	※		
12	15	△	△	×	※	
原包裝	15	○	○	○	○	○

[註]：○無病徵 △病徵輕微 ×病徵稍重 ※病徵嚴重

四、運銷過程對於冷藏蔬菜品質之影響

運銷過程中蔬菜受到壓擠擦傷時，在冷藏時病原菌即易侵入此等擦傷部位而造成腐爛現象。本研究發現蔬菜易生腐爛之部份與受到外力擠壓擦傷有關。決定冷藏蔬菜品質之因素除了冷藏櫃本身條件如溫度濕度調節之外，仍受到蔬菜收穫後之運銷過程中之清洗，分級和包裝與搬運方法之影響。在運銷過程中應儘量減少損傷蔬菜，如此方能延長蔬菜之冷藏期限。

四、結 論

本研究選用青江白菜、半結球白菜、小白菜、空心菜、豆苗和青蔥等六種蔬菜進行短期冷藏試驗其結論如下：

1. 青年商店之蔬菜冷藏展示櫃係開放式，冷藏櫃底層冷氣出口溫度 5~8°C，但貯櫃內塑膠袋包裝之蔬菜溫度則介於 10~16°C，較冷氣出口溫度高出 5~8°C。冷藏櫃上中下層之氣溫則介於 13~20°C，因此對於冷藏需要性較低之蔬菜大都放置於冷藏櫃之上中下層。蔬菜放置於冷藏櫃底層均係多包平放層疊一塊形成緊密疊放方式，因此冷氣不易通過包裝袋層間，故未直接與冷氣接觸之包裝袋內之蔬菜溫度較高。

2. 冷藏期間蔬菜之失重率隨冷藏日數增加而增加，包裝塑膠袋開孔數多者失重率大。以密封袋之失重率最小。針對減少失重率而言，採用密封袋和打孔 4 洞之包裝袋者為佳，一般而言冷藏於 10°C 之失重率低，冷藏於 15°C 之失重率高。冷藏 48

(文轉第 24 頁)