

蓮霧果實包裝貯運技術之改進試驗⁽¹⁾

Studies on Package, Transportation and Storage of Waxapple Fruits (*Syzygium samarangense*)

洪登村⁽²⁾

彭昌祐⁽²⁾

by

Deng-tsen Horng Chang-hu Peng

摘 要

蓮霧果皮組織緻密，失水情形並不嚴重，即使在常溫室內放置6天，其平均失水率亦僅達1%左右而已；但失水率達2%時，果皮即呈現顯著之萎縮現象；失水達5%時，果實表面即嚴重萎縮，果實變軟，脆度降低，完全失去商品價值。10°C以下之低溫雖可有效抑制蒸散作用之進行，但不能抑制含糖量之下降，同時有嚴重之寒害現象發生；密封包裝具有顯著抑制寒害發生之效果。貯運環境溫度之增加，雖可減少失水現象之發生，但會促進果實之腐爛；故蓮霧貯運包裝時，雖以不打洞通氣之密封包裝為宜，但添充吸濕性良好之襯層材料是絕對必要的。受傷果實癒傷組織之形成可顯著降低貯運期間之腐爛率，但貯運包裝前之高溫高濕癒傷處理並無效果。

前 言

蓮霧在台灣之栽培歷史雖頗為悠久，但往昔之栽培方式都僅在各地農家庭院及果園作零星栽培，近年來，由於品種及栽培技術改良，使產期提早在12~4月間⁽¹⁾，正好彌補該時期果品缺乏之空檔，果農獲益頗豐，自民國67年起，栽培面積急速增加，目前已達3千公頃，全年產量2萬6千餘公噸（民國70年農業年報），在本省果品中已佔有相當地位。但因其不耐貯藏，容易腐爛，即使在短短數天的貯運期間，其腐爛率仍然很高，造成大量腐爛之原因，不外乎果實受到損傷，再加上包裝貯運技術不良所致；由於蓮霧果皮組織脆弱，極易受傷，受傷之原因主要有以下兩種：(1)果實未採收前，在樹上因風吹枝葉搖動所造成之擦傷。如果這種擦傷發生在早期，則採收時多能自身產生癒傷組織，雖有輕微風疤，在貯運期間並不腐爛，故早期擦傷之果實與貯運期間之腐爛關係較少；但在採收前所造成之擦傷，因尚未形成癒傷組織，容易造成嚴重之腐爛。(2)果實採收時，或在貯運分級包裝過程中，由於作業人員動作粗魯，所造成之碰傷或指甲太長所造成之刺傷或抓傷，亦為造成貯運期間容易腐爛的重要原因。

很多果菜運銷業者，大多認為蓮霧果實在貯運期間，包裝紙箱不宜打洞通氣。依園產品處理之常識而言，不打洞通氣之包裝方法，因可提高溫度及CO₂濃度，並降低O₂含量，同時容易造成乙烯氣體的累積，故密封包裝之處理方式，適合於蒸散作用快，容易失水。對失水敏感，以及對於高濃度

(1)本文曾獲行政院國科會71學年度獎助金，試驗期間承本系張淑珠、吳孟芬兩位同學協助調查分析工作，謹致申謝。

(2)國立中興大學園藝系講師暨教授。

CO₂ 低濃度 O₂ 具有相當忍受能力，對乙烯氣體產生量極少且不敏感之種類 (2,3)。按蓮霧果實屬於非更年性果實 (non-climacteric fruits)，其產生 C₂H₄ 之量極少；而其果皮組織極薄，或有容易失水萎凋之可能，至於對 CO₂ 及 O₂ 濃度之反應，則尚未找到有關報告資料。本試驗擬先從包裝方法及貯運溫度對蓮霧果實所產生之效應先行探討，並試探癒傷處理 (curing) 之可行性，以期減少貯運期間腐爛之發生。

材料及方法

蓮霧採自台中市北屯區農家，品種為粉紅種，是目前台灣栽培最普遍之蓮霧品種。果實於70年6月24日清晨6點開始採收，至10點完成。採收時果實表面仍呈潮濕狀態，所凝露水並未完全乾燥，運回試驗室後，使果實表面稍微涼乾，立即精選完整無傷之果實進行試驗。精選時，輕微受傷但已產生癒傷組織之果實仍視為完整果實，以符合市場實際運銷情況；至於新傷未完全癒合之果實，或傷害較重之果實均予淘汰。採收處理過程均相當小心，避免受傷。果實精選時，逐粒仔細察看，並直接置入包裝容器，儘量減少處理手續，避免受傷機會。包裝試驗方法如下：

I_A 25°C 常溫組，不包裝，果實均並排放置。

I_B 25°C 常溫組，0.05 mm厚，30 × 18.5 cm PE袋包裝。

I_C 25°C 常溫組，0.03 mm厚，30 × 18.5 cm PE袋包裝。

I_D 25°C 常溫組，0.03 mm厚，30 × 18.5 cm PE袋包裝，打洞（每包打3 mm直徑之孔6個）。

I_E 25°C 常溫組，0.03 mm厚，30 × 18.5 cm PE袋包裝抽氣（封閉後裝袋內空氣抽除）。

I_F 25°C 常溫組，0.05 mm厚，30 × 18.5 cm PE袋包裝抽氣。

II_A 10°C 不包裝。

II_B 10°C 0.05 mm PE袋包裝。

II_C 10°C 0.03 mm PE袋包裝。

II_D 10°C 0.03 mm PE袋包裝，抽氣。

II_E 10°C 0.05 mm PE袋包裝，抽氣。

III_A 2°C 不包裝。

III_B 2°C 0.05 mm PE袋包裝。

III_C 2°C 0.03 mm PE袋包裝。

III_D 2°C 0.03 mm PE袋包裝，打洞。

III_E 2°C 0.03 mm PE袋包裝，抽氣。

III_F 2°C 0.05 mm PE袋包裝，抽氣。

以上各處理組每處理10包，每包10個果實。試驗期間，常溫處理組每隔2天調查分析一次，低溫處理組每隔4天調查分析一次。

IV、癒傷處理試驗：

精選完整無傷之果實，以指甲分別在果面上分三方面抓傷，造成約2 cm長度之淺溝傷痕，深度只傷及果皮，然後供以下試驗：

A、高溫高溫處理組：在95~98%相對濕度 (Relative Humidity) 30°C環境下，放置30小時，然後移出在常溫室內24小時。

B、低溫高溫處理組：在70~75% RH 30°C下處理30小時，然後移出常溫室內24小時。

C、高溫常溫處理組：在95~98% RH 25°C下處理30小時，然後移出常溫室內24小時。

D、低溫常溫處理組：在 70 ~ 75 % RH 25 °C 下放置 54 小時。

各處理組分別在定時測定其品質變化情形，調查分析項目包括：

1. 果實外觀品質：包括貯放期間果實鮮度、色澤及表面萎縮狀況等變化情形。
2. 失水率：以果實含水百分比表示。精密稱取適量之果實，在 70 °C 下烘乾至衡重（72 小時），然後分別再稱其乾物重量，求取含水百分率。
3. 糖度：用 Hand Refractometer (Atago N-1) 測定其可溶性固形物含量，再以溫度校正至 20 °C 下之標準含糖量表示之。
4. 有機酸含量：以滴定法測出可滴定酸總含量，然後以蘋果酸換算其含酸量百分比。
5. 腐爛率。
6. 寒害程度。

試驗結果與討論

一、包裝方法及環境溫度對蓮霧果實貯運期間腐爛率關係：

依試驗結果顯示，受傷之果實在高溫環境下，遠比低溫環境下其腐爛率高出甚多，因蓮霧果皮脆弱，容易受傷，即使在採收分級過程中，儘量小心保護，但往往受傷仍難避免。圖 1 所示，受傷而未形成癒合組織之果實，在 25 °C 下貯放 54 小時之結果，高溫環境下 (C 組)，其腐爛率為 78 %，而低溫環境下，則降低為 50 %。但已產生癒合組織之果實，在高溫環境下，即使放置 96 小時，其腐爛率僅為 4 % (圖 2, B、C 兩組之合)，而在低溫環境下，放置 4 天仍未有腐爛情形發生 (圖 2, A 組)。

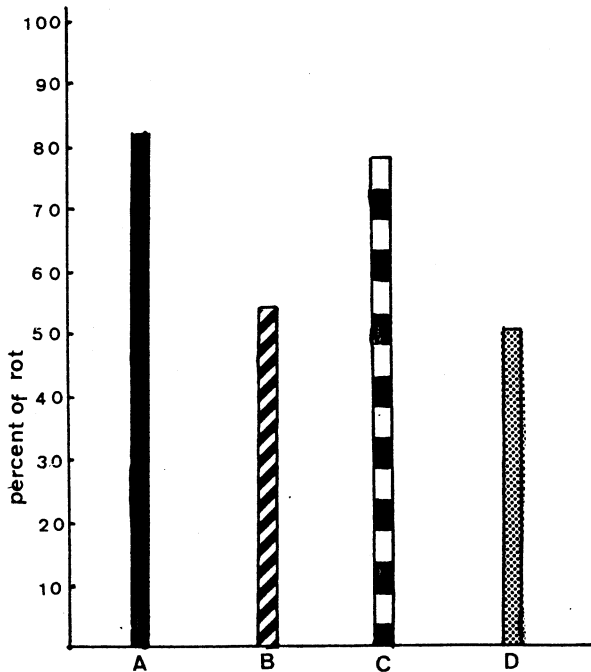


Fig.1 Curing treatment on percentage of rotted waxapple

圖 1 蓮霧果實療傷處理對其腐爛之影響

A = 95% RH 30 °C 30hrs. + roomtemp. 24hrs.

B = 70% RH 30 °C 30hrs. + roomtemp. 24hrs.

C = 95% RH 25 °C 54hrs.

D = 70% RH 25 °C 54hrs.

圖1為愈傷處理對果實腐爛率之影響，顯示影響蓮霧果實腐爛率之主要因素在於溫度的高低，愈傷處理並無顯著效果。由果農栽培經驗得知，凡颱風接着數天陰雨之天氣，則果園內蓮霧之腐爛落果率必大為增加，如果只颱風而不下雨之乾燥天氣，則腐爛落果很少。概因蓮霧愈傷組織之形成所需時日必須在乾燥環境下更長時間才有效果，36小時之處理時間顯然不夠，但因蓮霧本身並不耐貯藏，更長時間之高溫處理在品質保存上已失去實際意義，故在貯運上為減少腐爛之發生，應以儘量避免受傷，並降低貯運環境溫度為主。

圖2所示為常溫下不同包裝方法對蓮霧果實腐爛率之影響，由試驗結果顯示，凡果實處於高溫狀態時，其腐爛率均有顯著上升之結果；圖中，以C、D兩組在初期之腐爛率最高，仍因該兩組之包裝袋內均凝有大量水氣，使果面潮濕。E、F兩組則因抽氣結果，果實處於低壓狀態，果面水份蒸散速度快，貯放初期，果面保持乾燥，故初期腐爛率較低，而後期由於不斷蒸散結果，亦產生水氣，而使腐爛率急速上升。B組因PE袋較厚，按PE袋是一種選擇性氣體滲透膜，因其厚薄與質地的不同，對各種氣體之滲透性具有不同之性質⁽⁴⁾。由於0.05mm PE袋對CO₂之滲透率比O₂為高，CO₂滲出袋外之速度比O₂滲入袋內之速度快，因此造成袋內低壓狀態，依試驗觀察，0.05mm之PE袋密封包裝組，在25°C下經24~36小時，包裝袋內均呈凹縮現象，形成與抽氣組相同之結果，故初期之腐爛率較低。

圖2中，初期腐爛率之高低，依序為0.03mm PE打洞最高，0.03mm PE及不包裝組次之，而以0.05mm PE及抽氣組最低，顯示腐爛率的影響因素除溫度為必然影響因子外，包裝容器內之氣體組成成份亦具有重要之影響。按果菜腐爛，除上述之受傷傷口造成病原菌侵入之途徑外，組織本身的

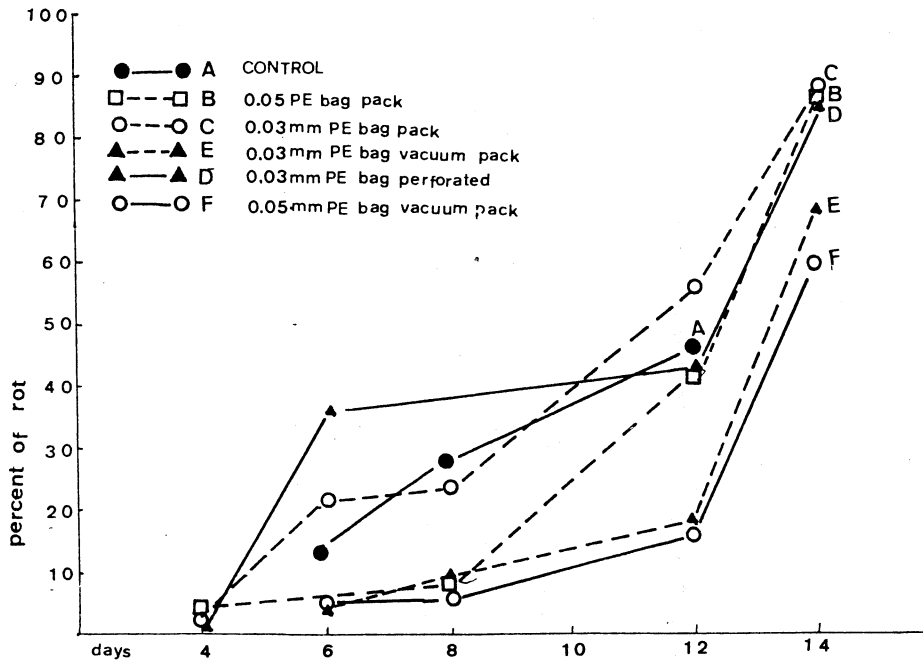


Fig.2 Package method on percentage of rotted waxapple under 25°C

圖2 25°C下不同包裝方法對蓮霧果實腐爛率之影響

的衰老，造成對病原菌之抵抗力衰弱，亦為重要因素⁽³⁾，但由圖3、4、5所示，顯然包裝結果對蓮霧本身代謝效果之影響不大，故包裝效果造成外在環境之改變影響才是主要因素；外在環境因素除了上述溫度太高，造成病原菌生長繁殖的有利環境外，環境氣體組成成份的不同亦為影響病原菌生長的重

要因子，按理，在高CO₂濃度及低O₂濃度下，均會抑制某些微生物繁殖之效果(2,3)，圖2所示，以0.03mm PE袋打洞包裝方法之腐爛率最高，仍因打洞後，氣體交換快，袋內O₂含量必然提高，而CO₂含量亦必比其他包裝組為低，但打洞後之包裝對於溫度之保持效果仍然相當良好，在這種高濕環境下，CO₂含量不高，不足以抑制病原菌的繁殖生長，而又有足夠的O₂以供微生物之所需，故其腐爛率顯著提高。又依抽氣組所顯示最低腐爛率之結果，可知蓮霧果實抑制腐爛之效果，以低O₂效果比高CO₂之效果更為顯著。以上試驗結果，與業者所認為之“蓮霧果實包裝紙箱不宜打洞通氣”之實際經驗相當吻合。可見長期經驗之累積結果，實在不容忽視。

二、包裝方法與貯運溫度對蓮霧果實品質之影響：

在低溫下(10°C及2°C)，果實之腐爛率極少，然而，很快造成相當嚴重的寒害現象(Chilling injury)，遭受寒害之果實，首先在果實表面呈現多數白色下陷斑點(Pitting)。寒害更嚴重時，多數病斑連接呈不規則之灰白斑帶。果實遭受寒害時，雖然初期食用品質影響不大，但外觀品質已失，毫無商品價值，造成損失之嚴重性比腐爛更為嚴重，因腐爛率在短期內不會達100%，但寒害受害率却為100%。

其寒害之程度，除與貯放溫度之高低及貯放時間之長短有關外，包裝方法亦為重要之影響因素⁽⁵⁾。試驗結果顯示(表1)，蓮霧果實之寒害程度，概隨溫度之下降及時間之延長而加重；不包裝之果實遠比密封包裝之果實，容易受到寒害，可知10°C之貯運溫度，對蓮霧而言，仍嫌太低。

表1 不同包裝方法及溫度對蓮霧果實寒害之影響
Table.1 Package method and temp on chilling injury of waxapple

	10°C				2°C			
	4 days	8 days	12 days	16 days	4 days	8 days	12 days	16 days
Control	II	IV	V	V	IV	VI	VI	VI
0.05 PE	O	I	II	III	II	V	V	VI
0.03 PE	O	I	I	II	II	V	V	VI
0.03 PE Vacuum 抽氣	O	II	II	III	II	V	V	VI
0.05 PE Vacuum 抽氣	I	III	III	IV	II	IV	IV	VI
0.03 PE Perforated 打洞					III	IV	V	VI

- 註：O：完全沒有寒害病徵。(no injury)
 I：非常輕微寒害。(Trace injury)
 II：輕微寒害。(Slight injury)
 III：不嚴重寒害。(moderate injury)
 IV：嚴重寒害。(Severe injury)
 V：非常嚴重寒害。(Very severe injury)
 VI：極嚴重寒害。(Extremely chilling injury)

在10°C下，抽氣包裝之果實，其寒害程度又比不抽氣包裝之果實嚴重；0.05mm厚度之PE袋

包裝又比 0.03mm PE袋之寒害程度，亦有較高之趨勢。造成這種差異之原因，或許除了包裝容器內 CO₂ 及 O₂ 濃度之影響外，溫度的高低亦可能有所影響，尚待進一步之探討 (2,3)。按 Wang 氏指出 (5)，半透性包裝材料因為可使 CO₂ 濃度提高，O₂ 濃度降低，並可提高溫度，故對酪梨、杏子及葡萄柚之減低寒害病徵具有良好效果。本試驗證明對蓮霧亦具有相同之效果。

不同包裝方法與貯運溫度對蓮霧果實之失水率關係如表 2，在常溫不包裝的情況下，採收後第 8 天之失水率僅 1.5%，可知蓮霧果實之失水情況並不嚴重，因為其果皮組織緻密，又有腊質層保護，不易失水。雖其失水失重並不嚴重，但貯放 6 天以後果皮就有開始萎縮現象，8 天時之萎縮現象已相當明顯，逐漸失去商品價值，到第 12 天失水達 5% 時，果皮已嚴重萎縮，脆度降低，果實變軟，完全失去商品價值。

由表 2 可知，低溫對蓮霧果實失水率，具有顯著抑制效果。包裝保濕亦可減緩失水之發生。但在低溫下，即使果實失水達 3%，果皮表面並沒有萎縮現象發生，果實亦不致變軟，其原因有待進一步探討。

表 2 不同包裝方法與貯運溫度對蓮霧果實失水率之關係
Table.2 Package method and temp on water loss of waxapple

處理方法	天數及溫度 含水量 (%)		25 °C				10 °C				2 °C			
			0	4	8	12	0	4	8	12	0	4	8	12
			(days)				(days)				(days)			
Control			93.4	94.0	91.8	88.7	93.4	94.4	94.1	90.6	93.4	93.9	94.3	94.1
0.05 PE			93.4	94.4	93.5	92.5	93.4	94.3	94.3	92.7	93.4	94.0	94.3	94.3
0.03 PE			93.4	94.1	92.9	93.0	93.4	93.9	94.3	92.5	93.4	94.2	94.2	—
0.03 PE	perforated 打洞		93.4	93.8	92.7	92.7	—	—	—	—	93.4	94.5	93.8	—
0.03 PE	vacuum 抽氣		93.4	94.5	92.8	91.5	93.4	94.1	94.8	92.4	93.4	93.1	94.6	94.8
0.03 PE	vacuum 抽氣		93.4	94.3	94.0	91.6	93.4	93.7	93.7	92.7	93.4	94.5	94.8	94.3

圖 3、圖 4、圖 5 分別為 25、10、2 °C 之溫度下，不同包裝方法對果汁含糖量之變化情形，顯示各種包裝方法，其含糖量均呈顯著下降之結果，可知不同方法之包裝效果，對蓮霧含糖量之影響並不顯著，只有常溫不包裝組 (圖 3 A 組) 之後期含糖量有上升之現象，係由於含水量降低之結果，使果汁內含糖百分比上升，並非表示總含糖量之增加。

按理，園產品處於較高濃度 CO₂ 及較低濃度 O₂ 含量之環境下，其呼吸作用大都呈下降之現象，亦即糖含量之下降會受呼吸作用下降之結果而緩慢 (3)，但在高溫下，圖 3 所示，初期不包裝組之含糖量下降却比包裝組緩慢甚多，其原因尚不清楚，需進一步加以探討。

表 3 為不同包裝方法與貯運溫度，對蓮霧果實所含有機酸含量變化之影響，由於蓮霧果實之有機酸含量極少，且果實各別間之差異頗大，在統計上概成不顯著效果，可知蓮霧果實對各種不同之包裝方法在有機酸含量變化上之影響並不顯著，在食覺品質上亦無顯著差異。

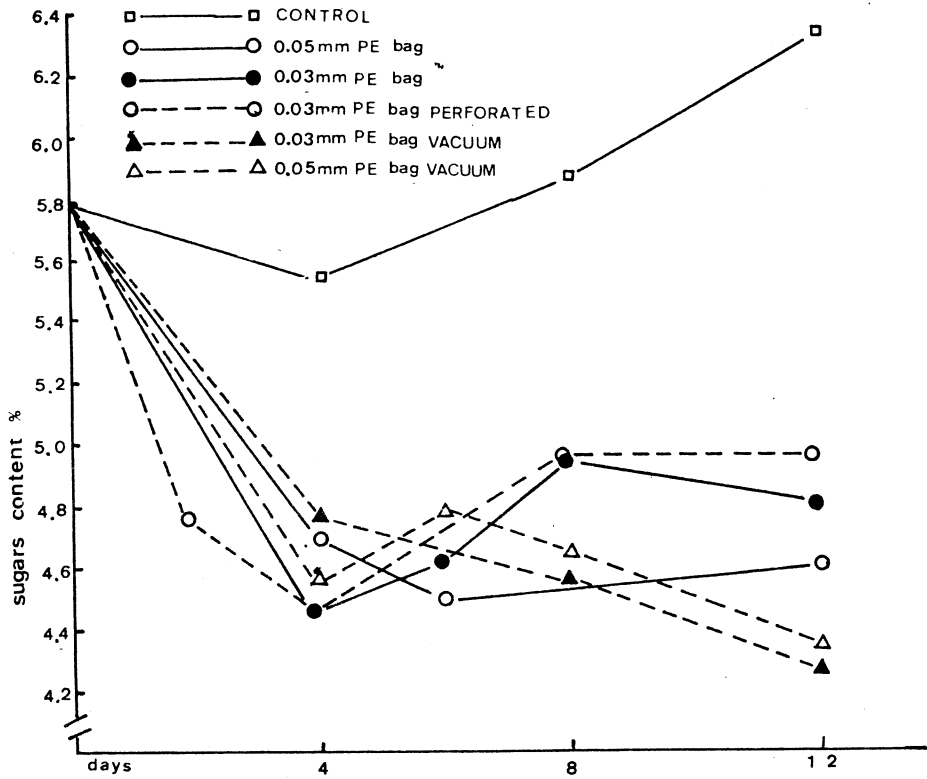


圖 3 25°C 下不同包裝方法對蓮霧果汁含糖量之變化
 Fig.3 Package method on the change sugars content of waxapple juice under 25°C

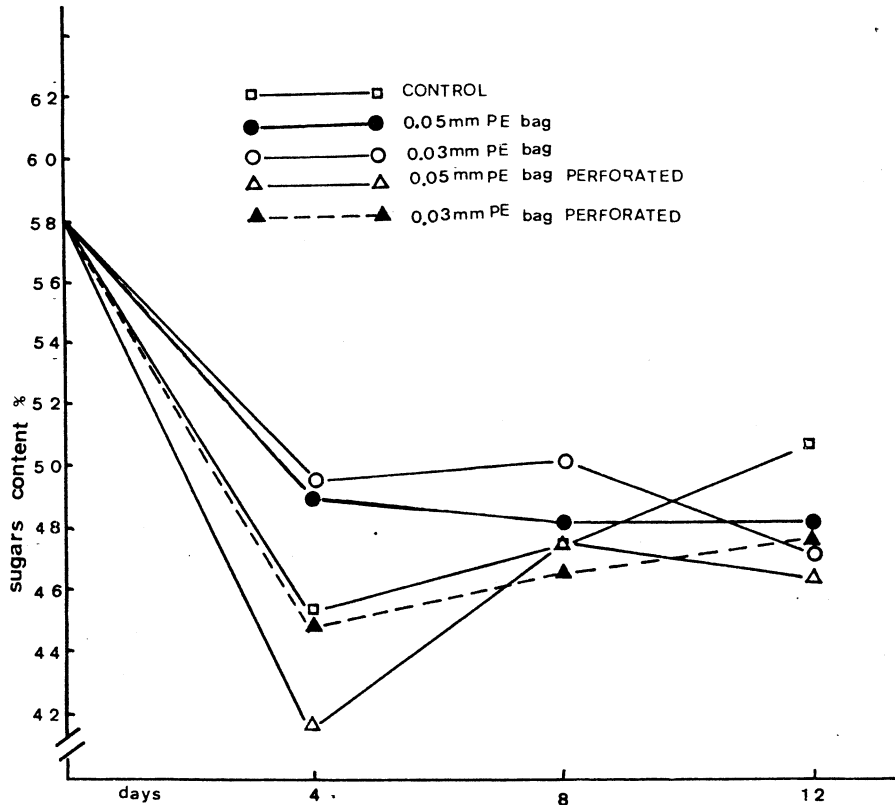


圖 4 10°C 下不同包裝方法對蓮霧果汁含糖量之變化
 Fig.4 Package method on change of sugar content of waxapple juice under 10°C

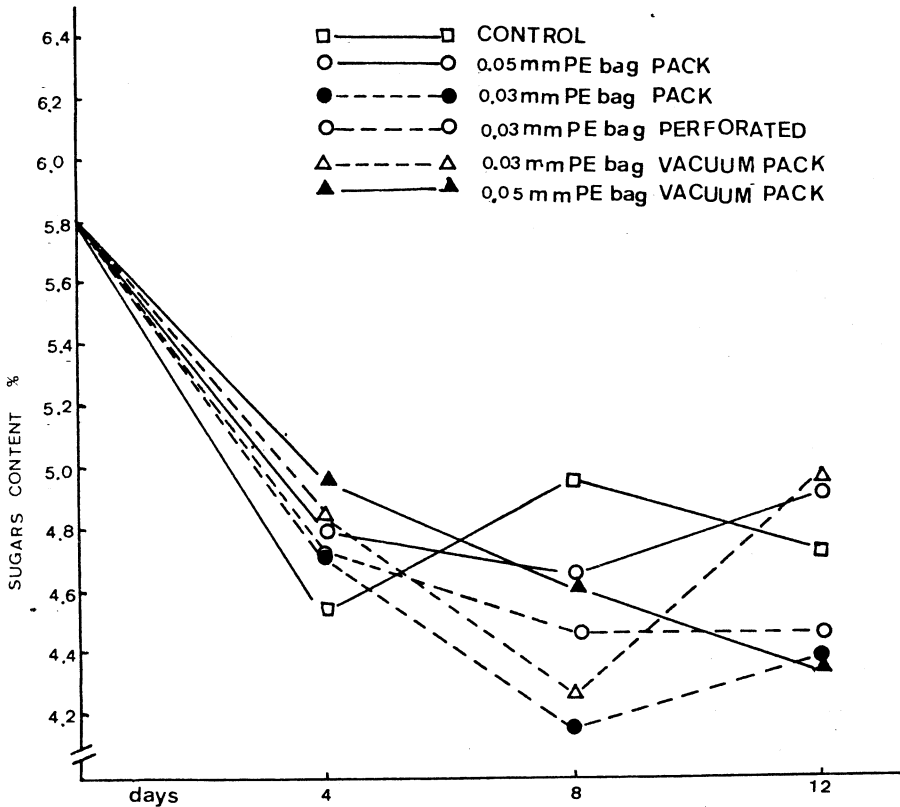


圖 5 在 2°C 下不同包裝方法對蓮霧果汁含糖量之變化
 Fig.5 Package method on change of sugar content of waxapple juice under 2°C

表 3 不同包裝方法與貯運溫度對蓮霧果實酸含量之影響
 Table.3 Package method and temp on organic acid content of waxapple (malic acid)

Treat- ment and acid content %	Temp.		25°C		10°C		2°C	
	days	days	0	4	0	4	0	4
			8	12	8	12	8	12
Control			0.62	0.67	0.62	0.62	0.62	0.66
0.05 PE			0.62	0.62	0.62	0.64	0.62	0.66
0.03 PE			0.62	0.62	0.62	0.60	0.62	0.66
0.03 PE perforated 打洞			0.62	0.62	0.62	0.60	0.62	0.66
0.03 PE vacuum 抽氣			0.62	0.64	0.62	0.60	0.62	0.66
0.03 PE vacuum 抽氣			0.62	0.64	0.62	0.60	0.62	0.66
0.05 PE vacuum 抽氣			0.62	0.64	0.62	0.60	0.62	0.66

結 論

綜合以上試驗可知，蓮霧果實在貯運期間，包裝紙箱以不打洞通氣為宜，密封包裝可降低果實病腐之發生，而對果實品質並無不良之影響，尤其盛產期滯銷時，如果必須作短期冷藏，密封包裝可減低果實遭受寒害程度之效果，但冷藏溫度不可低於 10°C ，而以 12°C 以上較為可靠。但因密封包裝時，果品在容器內容易處於高溫之環境，容易引起果實腐爛，故密封包裝時，添加吸濕性良好之襯墊材料是必要的。由於蓮霧果實之失水情況並不嚴重，保濕包裝處理只會增加腐爛率，而對於失水失重之防止效果並無實值意義。

Summary

Waxapple fruits have a relatively impervious skin, and hence they do not give up water readily. There is only 1% loss in total water content during a period of 6 days under room temperature. When 2% moisture is lost, the fruit become slightly shriveled. When 4-6% moisture is lost, the skin of the fruit becomes severely shrunken, and lose turgidity.

Waxapple fruits tended to be injured by low temperature at 2 to 10°C . At these temperatures, the surface of fruits become pitted, and decay easily. Sealed packaging with polyethylene bag will reduce the symptom of chilling injury, and delay the occurrence of rotting from invasion by microorganisms. However, the microorganisms could grow rapidly and cause fruit decay if moisture accumulated in sealed bag due to fruit respiration. The situation would be improved by introducing moisture absorbing materials in the sealed package.

參考文獻

1. 王德男 民國68年 蓮霧 豐年叢書經濟果樹下 151 ~ 161
2. Lutz, J. M. and R. E. Hardenburg. 1968. (Revised) 1977 (Approved) The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks. USDA Agricultural Handbook No. 66.
3. Ryall, A. L. & Pentzer W. T. 1974. Handling, Transportation, and Storage of Fruits and Vegetables Volume 2.
4. Tolle, W. E. 1971. Variables Affecting Film Permeability Requirements for Modified-Atmosphere Storage of Apple. USDA Agricultural Research Service. Technical Bulletin No. 1422.
5. Wang, C. Y. (1982). Physiological and biochemical responses of plants to chilling stress. Hortscience. Vol. 72(2) P. 173-186.

