

荔枝收穫後不同處理方式對其失重 褐化之影響

Effects of Different Treatments of Litchi Fruit on Its Dehydration and Browning

國立臺灣大學農機系教授

陳 貽 倫

Yi-luen Chen

國立臺灣大學農機系講師

蔡 慶 隆

Ching-loong Tsai

Abstract

Browning and Weight-loss, at different time periods after harvest, with different cooling water temperatures and different packing methods of litchi fruit, were studied. Some of the results are as follows:

1. The litchi fruit showed a definite color change at early stage soon after it was harvested. Prompt procooling measure with follow-up cool storing could effectively delay it from quick browning.
2. The fruit could properly be preserved without significant weight loss in a high humidity of 96% RH environment.
3. The physical browning of litchi fruit began when the weight loss of its peel reached 28% of its original weight.

一、前 言

近年來荔枝的栽植面積已擴大至 7,982 公頃 (1982)⁽¹⁾，產量達 6.7 萬公噸，目前已發展成入夏前的季節性大眾水果。又因其粒大肉多，色澤美，味道甘甜，普遍為國人所喜愛。本省栽培荔枝品種繁多，其中以產量及品質較佳且具備經濟栽培的黑葉品種居多。荔枝收穫期多集中於六、七月間，銷售期間極為短暫。荔枝因為在常溫下容易迅速變色、變味，難以作較長期之有效貯藏，致使在國內的運銷市場上，當產量過多時，無法保證能使生產者獲有適當的利潤。往往有交易價格低於生產成本的現象，果農束手無策。增加外銷數量是解除上述現象之最佳途徑之一。但是，由於荔枝不耐貯藏，收穫時又逢高溫季節，所以外銷荔枝必需在極短時間內作選果、保鮮、冷藏等處理，以確保運達消費地時，

仍保極高的鮮度。通常荔枝自收穫至國外主要消費地日本及新加坡約需時 5 到 7 天，加上銷售時間，總共的運銷期間約 10 天左右。如何有效地掌握並控制荔枝在這段期間內仍保有高鮮度品質是外銷荔枝成敗的重點。

多年來國內外的園藝及食品方面專家曾致力荔枝的貯藏研究^(2,4,5)，已累積有相當的成果，並將該項技術應用於現行外銷荔枝的運銷處理作業。荔枝採收後造成迅速褐變的主要原因，可分為因高溫及果皮失水乾燥而引起的褐變⁽²⁾及病菌感染所發生的褐變。前者褐變的防止可依物理的方式來處理，而後者則多以化學藥劑來控制。如何找出兩者間適當的配合技術以利荔枝的保鮮，才能更有效地擴大外銷，增加果農利益。

本文探討不同預冷和包裝對荔枝貯藏的效果及在不同相對濕度環境對其顏色的變化與重量損失之

影響。

二、顏色測定與標示

農作物成長過程中顏色的變化可以概略判斷生長情形的好壞。已達收穫階段的果實亦能以其顏色作為判定成熟度的一項指標。果實外觀品質的好壞是影響貯藏結果成敗的主要因子之一。收穫後荔枝的褐變時期與褐變速度，依測色色差計測得之數值，可以瞭解顏色屬性的變化程度，有助於評定荔枝的貯藏品質。

構成顏色的三要素有明度 (Value)，色相 (Hue) 與彩度 (Chroma) 又稱色的三屬性。明度是依果實表面的反射率決定其明暗的程度。色相是指顯示該顏色的主波長顏色，如紅色或綠色等。彩度是指主波長顏色以外之波長顏色混入之比率，又稱純度。這三種屬性之數值組合，在數值測色色差計上可區別出數百萬種的顏色，便利瞭解顏色的微小變化。顏色的主要標示方法有色票法，CIE 法及色差法。其中以色差法之 Lab 系標示法較為便利。Lab 分別代表明度、色相和彩度。以收穫時荔枝顏色的 Lab 值為基準，按不同處理及貯藏時間間隔，對相同荔枝測其 Lab 值，前後者之值差分別為 ΔL , Δa , Δb 。顏色變化之標示通常以色差 $\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$ 來表示^(6,7)。 ΔE 值愈大表示其顏色變化的程度愈大，外觀品質降低的愈多。

三、材料及方法

本研究以黑葉品種荔枝為對象，共進行三次試驗，分別採自屏東旗山、嘉義竹崎及新竹香山等產地。

一、試驗 1

荔枝採自嘉義，約有九分成熟度。採收下荔枝在果園現場，稍略選擇着色程度相同者，依不同的處理項目及條件來施予處理。處理項目及變數條件有：

- (1)採收後時間——1、3、6 小時。
- (2)冷水處理時間——5、10、15 分鐘。
- (3)溶液種類——5°C 清水、5°C 強力氧化劑^a、10°C 清水。
- (4)包裝處理——PE 袋密封^b、PE 袋有孔^c、PE 袋+乙炔吸收劑^d。

註：①強力氧化劑：使用稀釋倍數 3,000 倍 (青果合作社提供)。

②PE 袋密封：可密封 PE 袋，膜厚 0.03 mm，大小 200×290 mm，每袋裝 20 粒荔枝。

③PE 袋有孔：孔徑 $\phi 6$ mm，孔數 8 個，其他條件同(2)。

④乙炔吸收劑：每袋放入一包約 20g (青果合作社提供)。

各項不同變數組合處理荔枝完畢後，移至放有碎冰塊之密閉保利龍箱內，並保持溫度在 5~10°C 間，迅速運回臺北。荔枝經稱重與測色完畢即刻移入溫度 4°C 及相對濕度在 85~95% 冷藏庫內，進行冷藏試驗。每袋樣本於每隔 2~3 天分別再測定重量及顏色。

二、試驗 2

荔枝採自新竹香山，成熟度 10 分。於果園採收後經去葉裝箱迅速運回臺北，再施以選別及處理後稱重、測色再移入冷藏庫內。處理項目及變數條件有：

- (1)採收後時間——6 小時。
- (2)冷水處理時間——5、10 分鐘。
- (3)溶液種類——28°C 清水、10°C 清水。
- (4)包裝處理——PE 袋密封、PE 袋有孔、PE 袋針孔、PE 袋+乙炔吸收劑。

PE 袋針孔：孔徑 $\phi 0.2$ mm，孔數 40 個，其他條件同試驗 1。

三、紙箱包裝貯藏試驗

帶枝長約 15 cm 荔枝，取樣約 2.5 kg 經 10°C 及 28°C 冷水處理後，放入大小為 595×460 mm，厚 0.03 mm PE 袋內。有孔 PE 袋孔徑 $\phi 4$ mm，孔數 20 個。針孔 PE 袋孔徑 $\phi 0.2$ mm，孔數 80 個。密封 PE 袋口後分別放入開有 4 個 $\phi 20$ mm 側孔和大小為 245×210×150 mm 之紙箱內，再送入冷藏庫貯藏。貯藏過程中分別測定重量及顏色的變化。

四、相異相對濕度下荔枝之比較試驗

將下表之鹽類以蒸餾水 200 ml 在直徑 120 mm 玻璃容器內調和至溶液達過飽和狀態。即放置 24 小時後，部分鹽類成結晶沉澱於容器底部。並以不銹鋼孔板製成之承盤倒掛於容器蓋上。將一組 3 粒荔枝測顏色、稱重後放入承盤內，再密閉玻璃容器放入 5°C 之恆溫箱內。每隔 2~3 天取出分別測色及稱重後再放回恆溫箱內。各鹽類飽和溶液之

相對濕度如下表。

表一 鹽類飽和溶液之相對濕度

鹽類飽和 溶液種類	$K_2CO_3 \cdot 2H_2O$	$CuCl_2 \cdot H_2O$	NaCl	KCl	KNO_3
相對濕度 %	42.5	68.6	75.6	87.1	96.0

溫度 $5^{\circ}C$

測定儀器

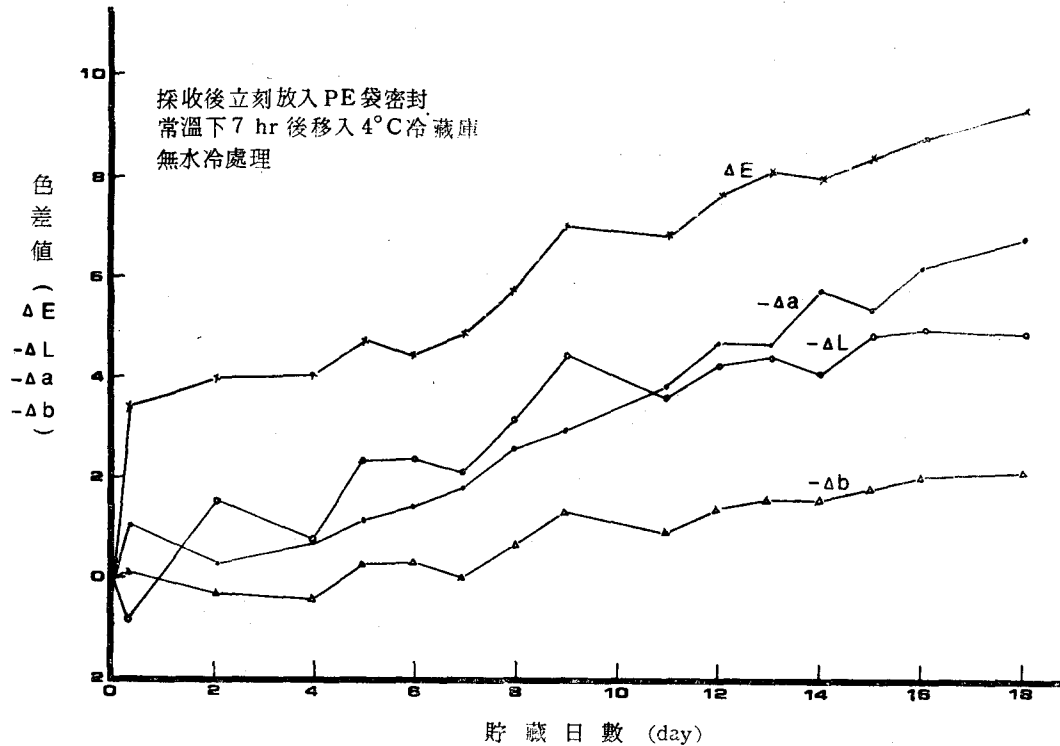
- (1) 顏色測定：使用日本電色工業公司之 ND-102 DP 型色差計測得。
- (2) 重量測定：使用柏祥衡器廠之 500g 量稱最小刻畫 2.5g 及 CHYO SD-160 微量天秤最小刻畫 0.0001g 測得。
- (3) 含水率測定：使用 OVEN 式烤箱，溫度

$75^{\circ}C$ ，時間72小時測得。

四、結果與討論

(一) 水冷處理與包裝處理對荔枝果皮顏色變化之影響。

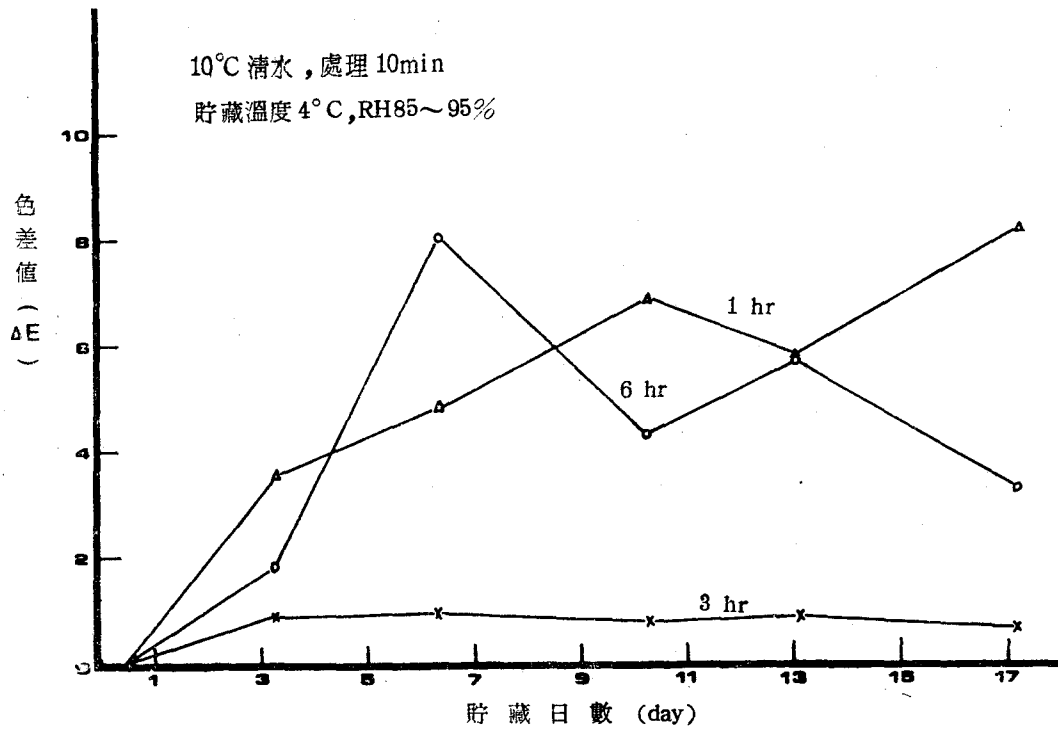
採收後的荔枝立刻放入 PE 袋密封，果實顏色的三屬性變化如圖一所示。色差值 ΔE 在 0.3 天內即 7 小時內急速變化，爾後變色速率趨於緩和。初期果實密封 PE 袋中，並放置於常溫下。所以，顏色的變化顯著。7 個小時後移入 $4^{\circ}C$ 冷藏庫，變化隨之遲緩，顯示溫度對顏色變化的影響極為重要。果實明亮度 ΔL ，色相 Δa 及彩色 Δb 在各階段變化的大小雖不盡相同，但變化傾向均隨着貯藏時間的加長而增大。其中以色相的變化較多，明亮度次之，彩度最少。



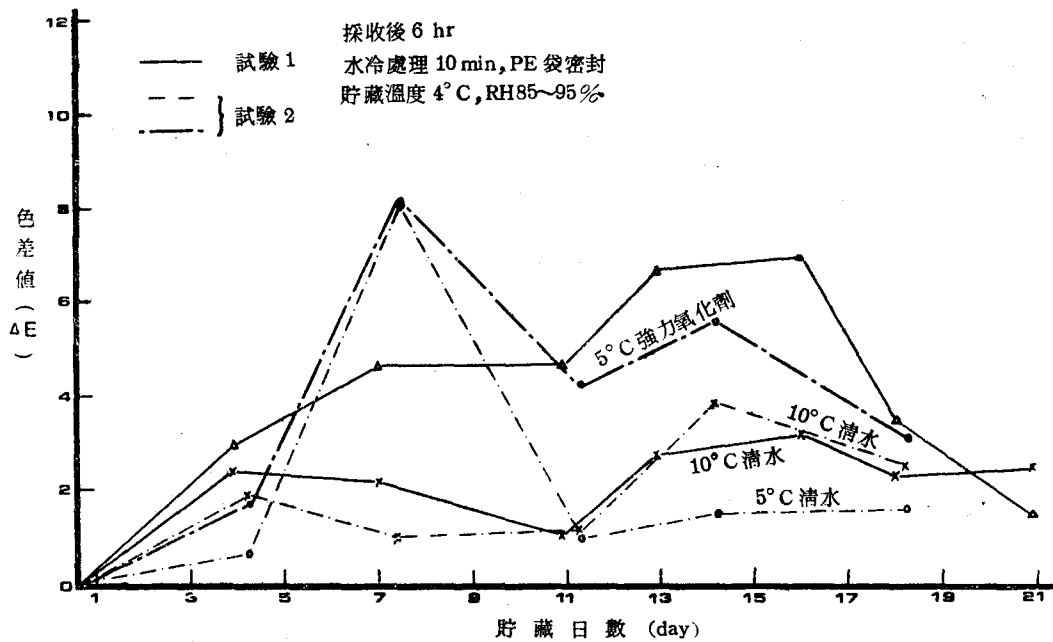
圖一 荔枝採收後在貯藏過程中果實顏色三屬性之變化

由圖一得知，為減少荔枝在收穫後初期果色的急速變化，必需儘快施以低溫處理。圖二顯示相異收穫後時間內荔枝經水冷處理的果色變化情形。其中以 3 小時後水冷處理者顏色變化較小，而 1 小時者反而變化大。顯示荔枝果色的變化極可能受個體差異，生長環境及着色程度的不同而有較大的影響

。不同水溫下冷卻之荔枝，貯藏中果皮顏色的變化如圖三所示。圖三中第 1 次試驗的 $5^{\circ}C$ 水冷處理，加有強力氧化劑的溶液，比一般的清水，顯示果皮顏色變化較大。 $5^{\circ}C$ 的清水處理亦顯示較優於 $10^{\circ}C$ 的清水處理。二次試驗用荔枝雖產地相異，但在 $10^{\circ}C$ 水冷處理的果皮顏色變化上，有約略相同的傾向。



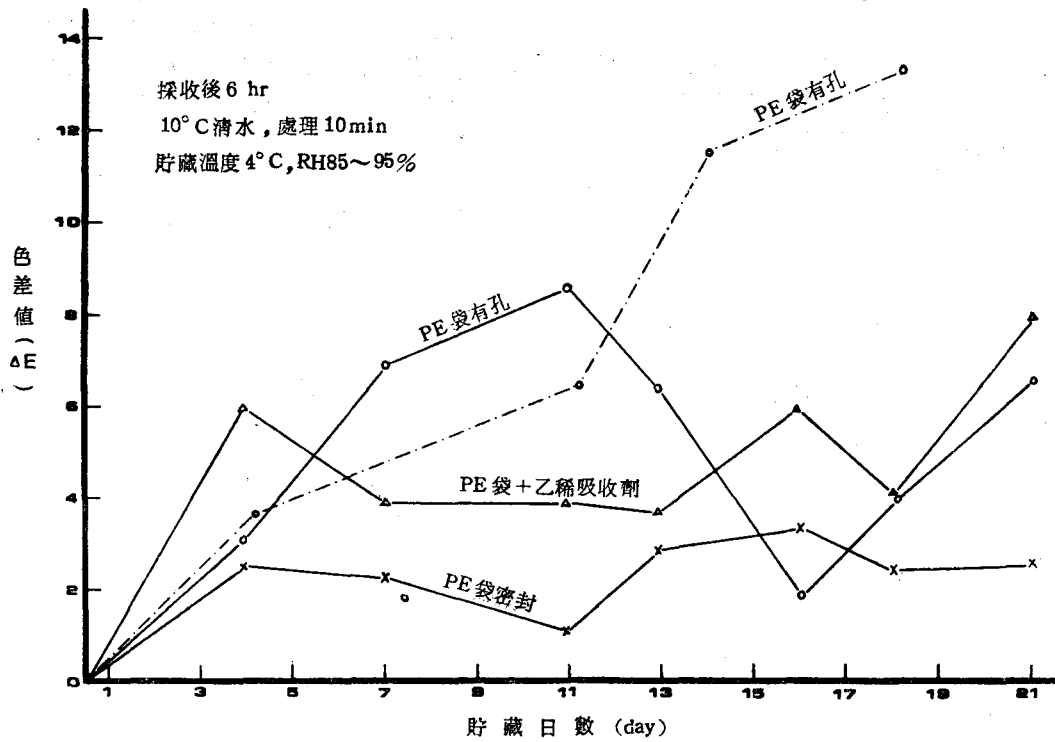
圖二 荔枝採收後不同時間內水冷處理對果皮顏色變化之影響



圖三 相異溫度下水冷處理對荔枝果皮顏色變化之影響

荔枝的包裝處理對貯藏過程中果皮顏色的變化影響極大，圖四顯示不同包裝處理下顏色的變化情形。其中以裝入 PE 袋密封貯藏者顏色變化較小，而有孔 PE 袋則變化較大。密封之 PE 袋內，相對

濕度幾乎達 100%，對短期貯藏荔枝的顏色，有些抑制的效果。唯若考慮呼吸氣體的障礙等因素，或許使用可透氣性 PE 袋較為理想。但是，開孔率大及相對濕度低的冷藏環境對荔枝果色的變化不

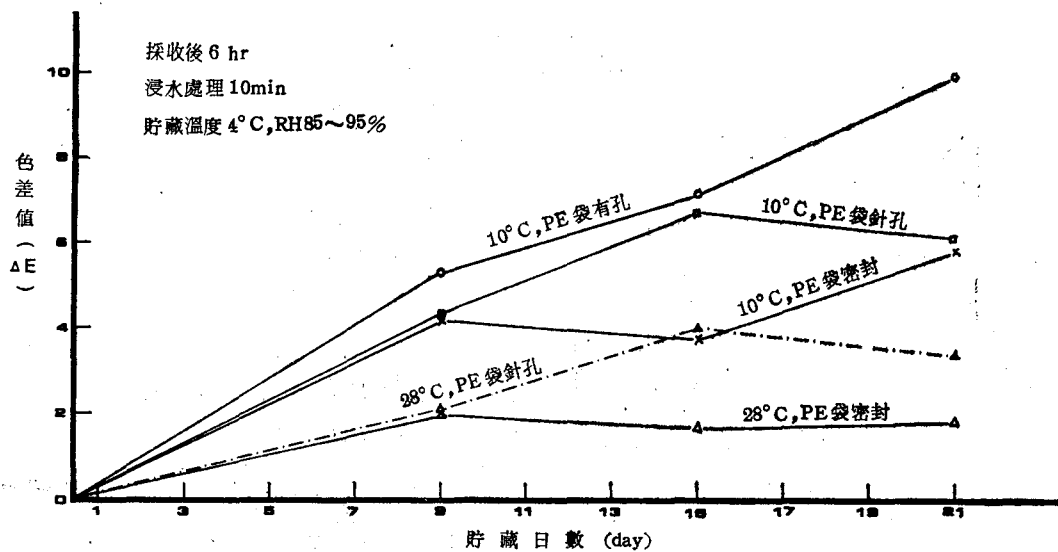


圖四 相異 PE 袋包裝荔枝在貯藏過程中果皮顏色之變化情形

利。

實際的運銷過程中，紙箱包裝與容量對果實的影響與 PE 袋的貯藏實驗有所不同。紙箱包裝荔枝實驗對果皮顏色變化的情形如圖五所示。圖中以有孔 PE 袋包裝後放入紙箱的顏色變化較大，與圖四

之有孔 PE 袋之變化傾向略同。唯紙箱包裝與冷藏庫空氣的交換速度，比有孔 PE 袋慢，所以色差值低。28°C PE 針孔貯藏荔枝，此處比 10°C 針孔的變化低，與前述溫度傾向相反，可能是個體着色等差異造成之現象。

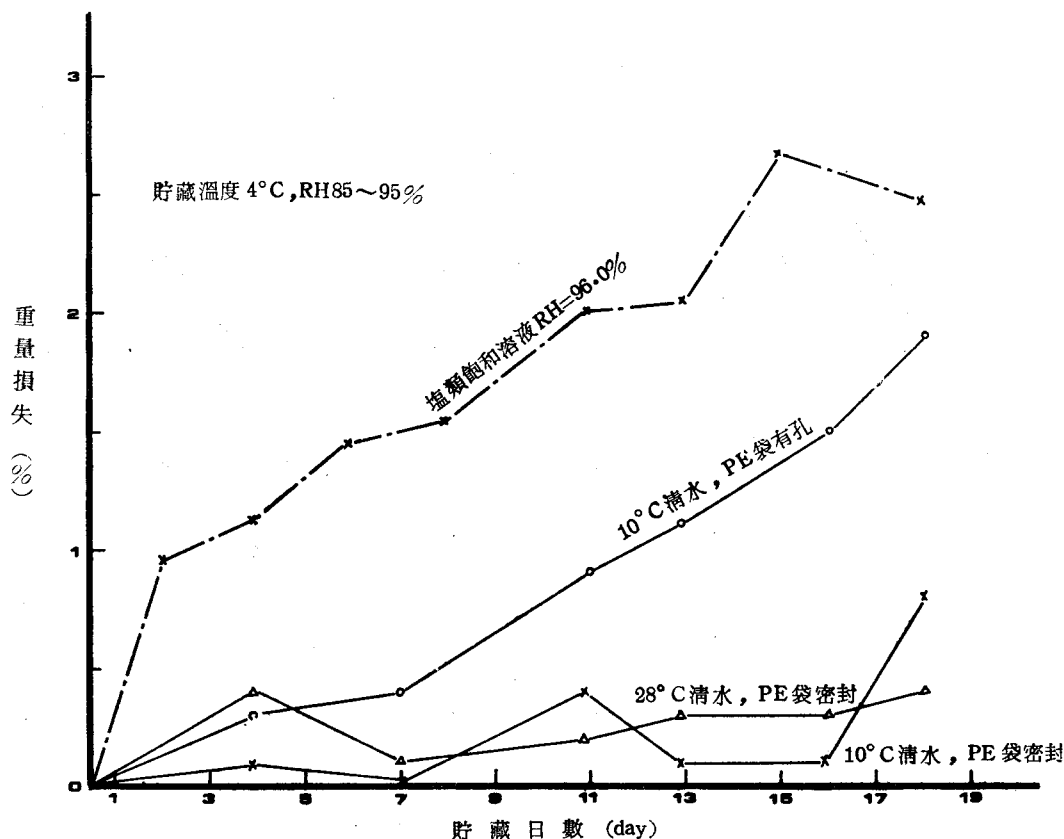


圖五 紙箱包裝荔枝在貯藏過程中果皮顏色之變化情形

(二)荔枝水冷處理與包裝處理對果實重量變化之影響

重量損失的程度是評估果實貯藏效果好壞的重要項目之一。荔枝貯藏中重量損失的情形如圖六所示。重量損失與包裝處理相關較密切。PE袋有孔者重量損失比密封者較多。水溫對重量的影響對

荔枝並不明顯，但是浸水時間較長者，往往在貯藏過程中會有較多失水的現象。這是荔枝果皮因吸水而減低其細胞的保水阻力所致，對貯藏並無助益。紙箱包裝的重量損失，因受紙箱影響內部氣體交換緩慢，估計最多失重可能約在 0.3% 左右。因此，目前的外銷荔枝貯運，重量損失不是主要的問



圖六 荔枝水冷處理和包裝處理對果實重量損失之影響

題。

(三)貯藏環境中相對濕度對荔枝之影響

荔枝在 4°C 的低溫下貯存，可以有效地抑制品質不急速變化，已為慣用的保鮮技術。但是，荔枝的貯存，相對濕度應在多少的範圍內最為適當，至今尚未明確。在不同的相對濕度下貯存荔枝的品質變化如圖七、八所示。圖七為果實貯藏在低濕度與高濕度下，荔枝果皮顏色的變化。高濕度下的色差值雖有低於低濕度下色差值的傾向，但是仍以荔枝個體着色的差異影響來得大。高濕度下對果色的優點尚無法明確顯示出來。相對濕度對重量損失的影響在圖八顯示，差異極為顯著。果實貯藏於屬低濕度的 75.6% 下貯藏約 11 天，失重即高達 9.5%。這是

在氯化鈉鹽飽和溶液下的數值。若在紙箱內貯存雖可減少失重損失，但是亦極為可觀。荔枝果皮的失

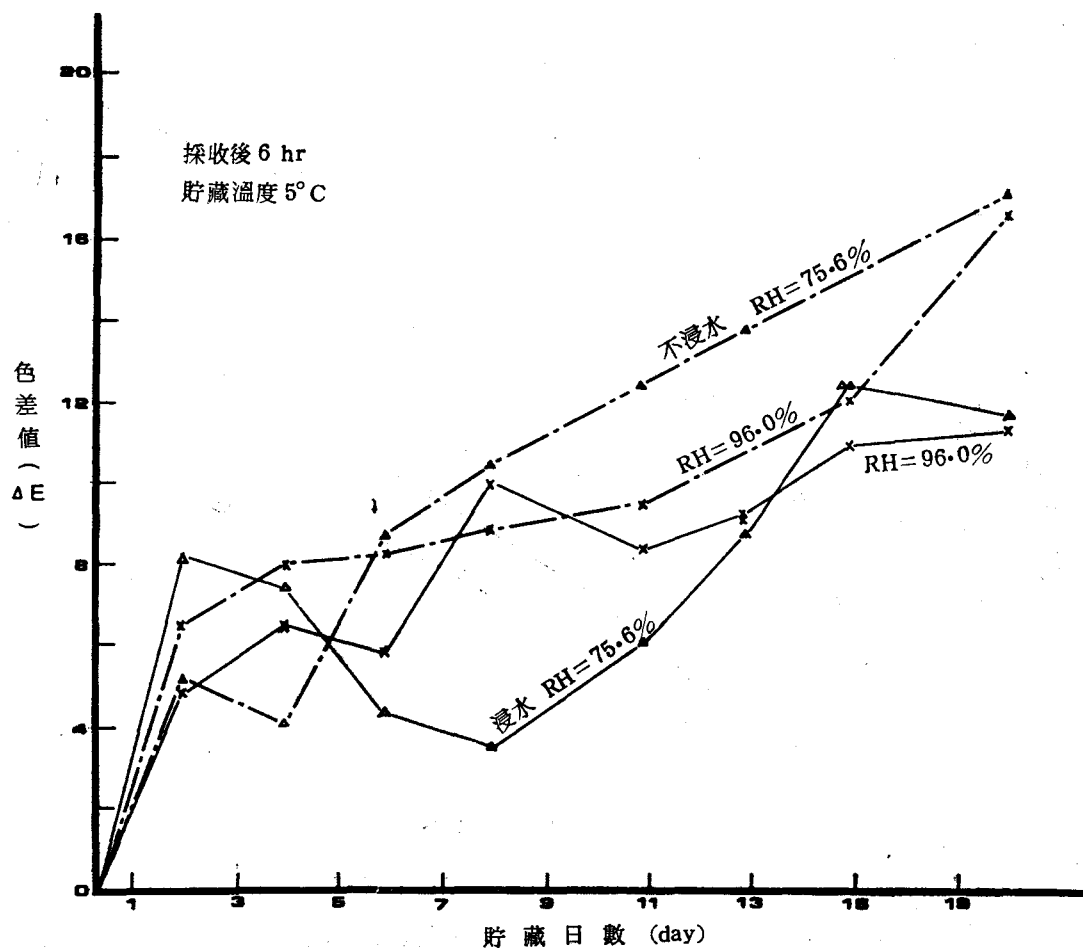
表二 收穫一天後荔枝果實放置室溫 32°C 下重量損失情形

項目 \ 時間	1 hr	2 hr	3 hr	4 hr	5 hr	21 hr
果實失重%	2.0	3.7	4.9	6.8	8.0	12.8
果皮失重%	11.5	21.3	28.2	39.1	46.0	73.6
果皮含水率%	71.2	—	—	—	—	17.4

果皮失重%：假設果實之失重，其水分之損失完全由果皮蒸發出之計算所得。

果皮重量經測定得知約為果實重量的 17.38%。

採收現場之果皮平均含水率約為 74.8%。



圖七 相異相對濕度環境下荔枝貯藏過程中果皮顏色之變化情形

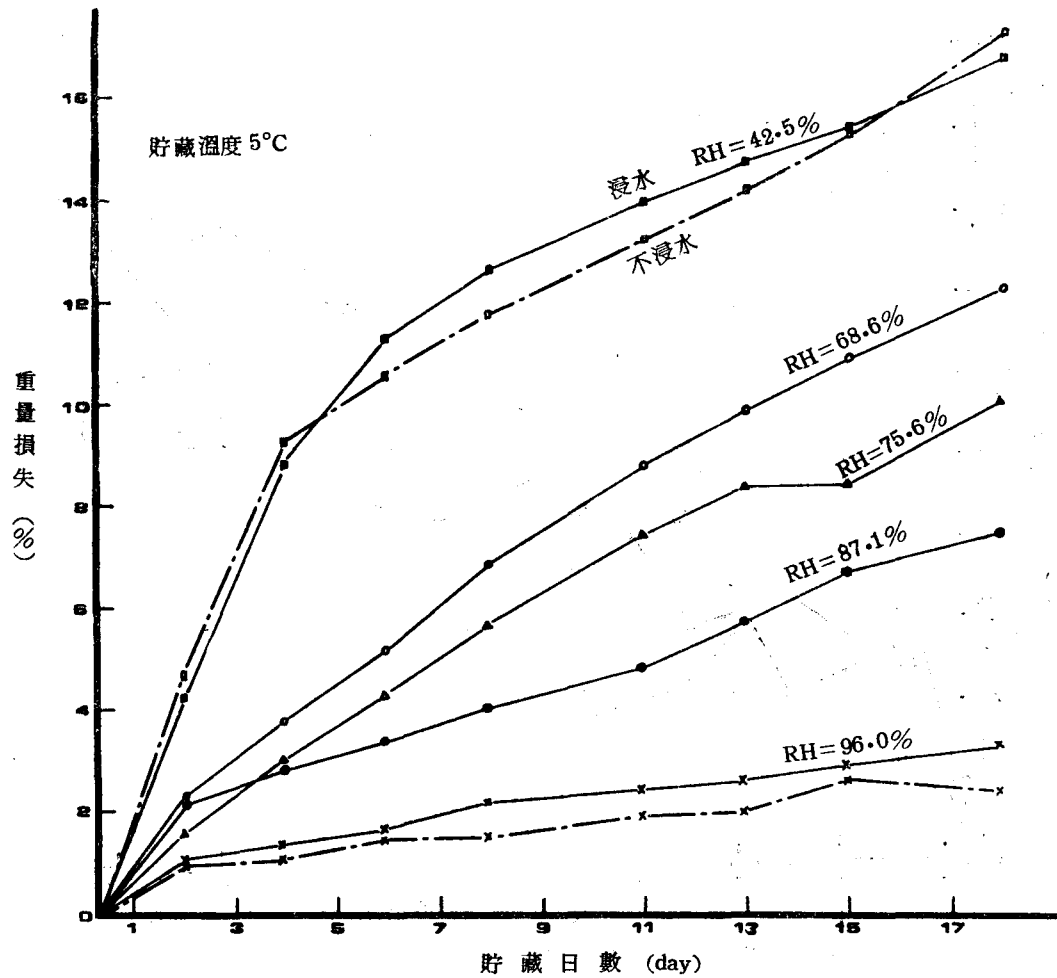
水在本試驗中雖然沒有明確資料證實，其影響顏色變化的比率。但是由在常溫下失水的情形與顏色變化的關係上，並不排除它仍具有影響的成分。表四是荔枝在常溫下重量損失的比率與果皮含水率。當果實重量損失達 5~6% 時，顏色變化可由肉眼看出，若達 12.8% 時則已呈完全褐變。通常荔枝果實重量的損失，因果肉與果皮間無輸導組織相連繫，故均屬果皮中之水分。以果皮本身的重量損失來看，3 hr 後即達 28.2%，完全褐變時之失水重量為 73.6%。此時之果皮含水率僅 17.4%。荔枝果皮失水引起表面收縮的現象與細胞組織關係的明確化，將有助於了解顏色變化的成因。

五、結 論

採收後的荔枝在 4°C 的低溫冷藏下有顯著的保鮮效果。採收後儘快時間內施以水冷處理，可急速

降低果實溫度更有利於短期之貯存。荔枝貯藏過程中外觀品質的評價，受果實生長條件及個體差異等影響較大，而不易理解。水冷處理對荔枝保鮮貯藏雖有部分效果，但不顯著。褐變傾向的掌握，仍有待多次試驗來證實。本研究結果可歸納如下幾點：

1. 採收後荔枝果皮顏色的變化，初期極為顯著，儘速預冷處理及低溫冷藏，可有效地減緩褐變之進行。
2. 荔枝較合適貯存於相對濕度 96% 之環境，可有效地緩和果實重量的損失。
3. 荔枝果皮重量損失達 28% 時，即開始呈現物理性果皮褐變。
4. 經 5°C 水冷處理及內套針孔 PE 袋紙箱包裝之荔枝，貯藏於溫度 4°C、相對濕度 85~95% 冷藏庫內，可得較佳之貯藏品質。



圖八 相異相對濕度環境下荔枝貯藏過程中果實重量之變化情形

六、參考文獻

- (1) 72年臺灣農業年報，臺灣省農林廳。
- (2) 洪登村、彭昌祐，1983，荔枝果實收穫後保鮮效果之研究，中國園藝29(3): 215—222。
- (3) 李堂察等，1983，溫度和數種不同處理對荔枝貯藏壽命之影響，中國園藝29(1): 46—52。
- (4) 張長泉，1982，延長荔枝貯存期限以利外銷，食品工業發展研究所報告 No. 282。
- (5) SCOTT K. J., BROWN B. I., CHAPLIN G. R.,

- WILCOX M. E., and BAIN J. M., 1982, The Control of Rotting and Browning of Litchi Fruit by Hot Benomyl and Plastic Film, Scientia Horticulturae, (16) 253—262.
- (6) スガ試験機株式会社，1977，色彩管理方法。
 - (7) 色彩科學協會，色彩科學ハンドブック色彩科學編

七、誌謝

本研究承吳柏青研究助理及農機系4年級學生陳士根、郝偉達及林政文同學協助試驗，謹誌謝。