

貯藏溫度對'Eureka'檸檬果實轉色之影響

賴 筱 茹¹⁾ 林 慧 玲²⁾ 謝 慶 昌³⁾

關鍵字：溫度、檸檬、轉色

摘要：檸檬為臺灣地區性重要果樹產業之一，栽培面積逐年增加，盛產季時國內消費容易過度飽和，如何調節市場是為重要課題，但因國外多以黃皮檸檬為主，若可利用綠檸檬進行長期貯藏，以黃檸檬提供消費市場，將可減緩檸檬盛產期之市場壓力，拓展內、外銷售市場。本試驗結果顯示檸檬貯藏於 12°C 環境下，貯藏 14 天即開始轉色至 28 天果皮可自然轉為黃橙色，對果實內部品質亦無不良影響，溫度過低 (3°C) 綠色無法褪去，過高 (15、20°C) 則轉色不均勻，另於 12°C 貯藏溫度下，檸檬果蒂未有脫落且果蒂褐化不顯著，對於國內習慣挑選保有柑橘類果實之果蒂，為一大優勢。

前 言

檸檬為臺灣常見的果樹之一，近十年栽培面積平均約 1,755 公頃，產量約為 22,103 公噸 (農業統計年報, 2017)，台灣氣候溫暖多濕，檸檬於臺灣種植具有周年開花的特性，可四季生產又有四季檸檬的別名，主要產季集中於夏季，因臺灣氣候溫暖檸檬成熟時氣溫高果皮無法轉為黃色，呈現綠色或黃綠色，是世界少數生產綠檸檬的國家 (呂, 2005; 林等, 2013)，消費習慣上也多喜使用綠色檸檬，與歐美喜好食用黃色檸檬習慣不同，臺灣鄰近國家如日本、韓國、中國、新加坡、馬來西亞鮮食也以黃色為主。臺灣檸檬栽培面積逐年增加，消費市場屬於易供需失衡之淺碟性市場，常有量多價跌之情事發生 (李, 2017)，農民常因無法掌握供需超量種植，市場飽和便會造成嚴重經濟損失。所以積極開拓多元行銷通路，包括國外銷售通路及取代進口檸檬汁需求性，為產業重要課題。國外需求市場以黃色檸檬為主，若能透過催色技術促進綠色檸檬褪綠轉黃之技術及條件，係為拓展行銷通

-
- 1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。
 - 2) 國立中興大學園藝學系教授。
 - 3) 國立中興大學園藝學系副教授，通訊作者。

路前，可預先建立採後處理技術。本試驗擬透過不同貯藏溫度以瞭解適合檸檬轉色之溫度。

材料與方法

一、試驗材料來源

果實來自南投縣集集鎮，並依臺北農產運銷股份有限公司分級包裝標準挑選 M 級 (果重 100-150 克) 特級果實，特級果實之標準係指同一品種，成熟適度，果形完整，色澤優良，果面光滑，無病蟲害及其他傷害。於 2016 年 7 月送至試驗室，再經肉眼挑選果實大小一致、果色均一、無明顯病蟲害及果皮光滑無外傷之果實。

二、試驗方法

共 5 組試驗處理，以每組重複各 10 果放置於 1 紙箱 (尺寸：長 27 cm×寬 17 cm×高 19 cm) 中，分別放置於 3°C、9°C、12°C、15°C 及 20°C 下進行貯藏，每處理 3 重複，每重複 10 果，共計 150 果，每 7 天觀察及紀錄，共 28 天。

三、調查項目及分析方法

(一) 果皮轉色等級 (1 至 5 級)

果實以肉眼目測轉色程度分為 1 至 5 級，1 級果實為綠色或具有少量黃色淺斑，整體轉色小於 20%，2 級果實為綠黃色，以綠色為主，果皮上有明顯的黃色區塊，整體轉色面積 21~40%，3 級果實黃色及綠色區塊約佔一半，整體轉色面積 41~60%，4 級果實為黃綠色，以黃色為主，果皮上有明顯的綠色區塊，整體轉色面積 61~80%，5 級果實為黃色或具有少量綠色淺斑，整體轉色面積大於 80%，轉色級數如圖 1。

(二) 果皮顏色 (Color measurements)

果實經挑選後擦拭乾淨，於入庫或處理前以油性奇異筆圈畫 2 處果皮平滑、顏色一致的測定範圍 (直徑約 3 公分圓形)，以手持式分光色差儀 (Mini Scan XE Plus, Model 4500S) 測量，所得數值分別為 L^* 、 a^* 、 b^* 並換算出 C^* 、 h° ，顏色座標以 CIELAB 表示， L^* 值表示亮度，值為 0 到 100，值越大亮度越大， a^* 值代表紅綠色，正值偏紅色，負值偏綠色。 b^* 值代表黃藍色，正值偏黃色，負值偏藍色。經計算可得 C^* 值和 h° 。 C^* 值代表顏色的飽和程度，數值越高顏色越飽和。 h° 表示色相的角度。數值從 $0^\circ\sim 360^\circ$ ，以逆時針觀看 $0^\circ\sim 90^\circ$ 顏色為紅、橙、黃， $90^\circ\sim 180^\circ$ 顏色為黃、黃綠、綠色， $180^\circ\sim 270^\circ$ 為綠、青綠到青色， $270^\circ\sim 360^\circ$ 為青色、紫色及紅色。

(三) 果實失重率 (Weight loss rate, %)

每處理分別於入庫貯藏當日、貯藏期間及貯藏期滿時測量每重複果實重量。失重率以貯藏前測定果實鮮重減貯藏後果實鮮重除以貯藏前果實鮮重，再乘以 100%，為失重率，以 % 表示之。

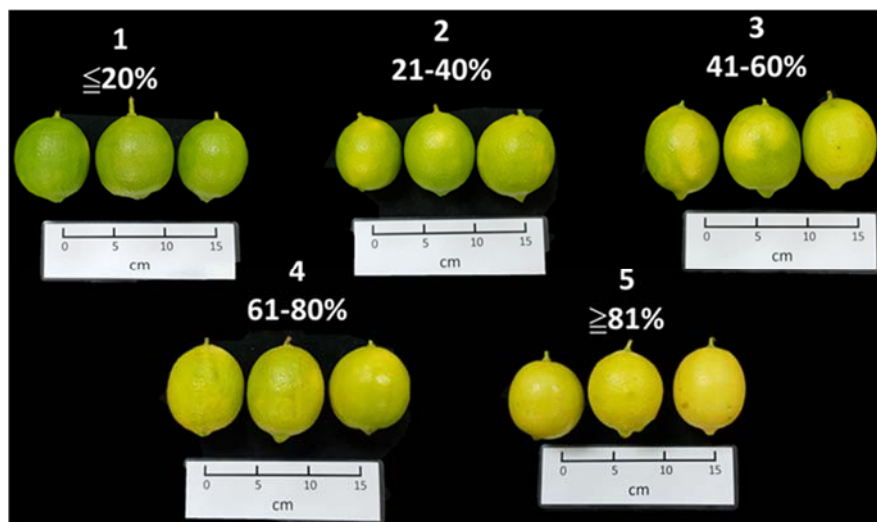


圖 1. 'Eureka'檸檬果實轉色級數。轉色級數 1-5 級, 1: 黃色區塊 $\leq 20\%$, 2: 黃色區塊 21%~40%, 3: 黃色區塊 41%~60%, 4: 黃色區塊 61%~80%, 5: 黃色區塊 $\geq 81\%$ 。

Fig. 1. Peel color index of 'Eureka' lemon. Color index level 1-5: 1 \doteq yellow area from $\leq 20\%$, 2 \doteq yellow area from 21%~40%, 3 \doteq yellow area from 41%~60%, 4 \doteq yellow area from 61%~80%, 5 \doteq yellow area from $\geq 81\%$.

公式： $(\text{貯藏前果實鮮重}-\text{貯藏後果實鮮重})/\text{貯藏前果實鮮重} \times 100\%$ 。

(四)綠蒂率 (Green button rate, %)

綠蒂率為每重複果實之果蒂未脫落且呈綠色者佔各處理果實數量之比率，單位為%。

(五)腐爛率 (Decay, %)

貯藏期間果實腐爛占比，腐爛的原因主要為貯藏性病害、擦壓傷引起果實腐爛，腐爛率每重複果實中腐爛果實量佔各處理果實量之比例，單位為%。

(七)總可溶性固形物 (Total soluble solid, TSS)

將檸檬對半切開後，取擠壓果肉之汁液，每處理為 3 重複，每重複共 10 果，分別混合每重複果實之汁液，並以電子式糖度計 (ATAGO PR-32)測定其可溶性固形物，為總可溶性固形物，單位 $^{\circ}$ Brix。

(八)可滴定酸 (Titratable acidity, TA)

取(七)的混合果汁 0.5 ml，加入 29.5 ml 的純水，在以 0.1 N NaOH 滴定至 pH 8.2，記錄滴定量後換算為 100ml 果汁所含檸檬酸含量，單位為%。

(九)糖酸比 (TSS/TA ratio)

上述所得糖度 (TSS)除以酸度 (TA)所得數值為糖酸比 (TSS/TA ratio)。

結 果

一、貯藏期間檸檬果皮顏色之變化

本試驗期共 28 天，從試驗結果顯示各貯藏溫度以貯藏於 12°C 下之檸檬果皮轉色最為迅速，貯藏至第 14 天時目測觀察轉色級數為 2.7 級，貯藏至第 28 天時，果實顏色均勻呈現黃色，各果實間轉色速度如表 1、圖 2 所示。貯藏於 3°C 下檸檬果皮轉色緩慢，至貯藏第 28 天試驗結束時，轉色級數為 1.9 級，顏色仍維持綠色。貯藏於 15°C 及 20°C 環境下果實間轉色情形不一致 (表 1、圖 2)。

柑橘類果實於成熟過程中，果皮光澤度逐漸顯現，本試驗中未入庫貯藏之檸檬，果皮為深綠色其色澤偏暗，貯藏期間果皮顏色轉變，色澤亦由深轉淺，L*值隨著貯藏時間增加，貯藏至第 28 天時達到最大，其中以貯藏於 12°C 下之檸檬果皮 L*值最高為 56.1，15°C 次之為 53.3，而貯藏於 3°C 下為 38.2 與未貯藏前 36.0 僅有微幅的增加 (表 2)。

a*、b*值是柑橘類果實轉色的指標之一，a*值為正代表為紅色，負值為綠色，果皮的褪綠過程可由負值逐漸減少轉為正值來表示，b*值為正代表黃色，負值為藍色，果皮的黃化則可由數值增加來表示。本試驗的檸檬果皮其 a*值於貯藏至第 28 天為-2.4 增加最為明顯，而貯藏於 3°C 下果皮 a*值幾乎沒有增加，貯藏至第 28 天為-9.8(表 2)。試驗中觀察檸檬顏色轉變主要由綠轉黃，沒有呈現更深的橙黃色，主要應是果皮綠色色素的逐漸消退後所顯現出的黃色 (圖 2)。各處理間 b*值整體變化亦隨著貯藏時間增加上升，各處理組反應相似，12°C 及 15°C 貯藏至第 28 天數值分別為 47.6 及 45.8，增加幅度最大(表 2)。b*值主要反應果皮中黃色色素的累積，由圖 2 中第 28 天可觀察到貯藏於 12、15°C 果皮多數已呈現金黃色。

本試驗中 C*值整體變化趨勢係隨貯藏時間而上升，貯藏至第 28 天數值分別為 46.3、56.1、53.3，而貯藏於 3°C 及 20°C 增幅小，數值分別為 30.8、32.8 (表 2)。色相角為顏色的變化，隨著貯藏時間角度逐漸減小，顏色由綠往黃色變化，貯藏 3°C、9°C、12°C、15°C 及 20°C 下貯藏至第 28 天之色相角分別為 107.5°、102.3°、93.2°、97.4° 及 106.4°，其數據與所觀察的顏色相仿 (表 2、圖 2)。

色澤呈現為色彩綜合性表現，色差儀所測之單一色差座標，無法解讀確切顏色變化，為能更瞭解柑桔類果實真實的顏色，可利用所得之 a*值及 b*值運算並以 a*/b*值表示之，正值為紅色、0 為黃色、負值為綠色。本試驗中各處理組 a*/b*值變化趨勢，係隨著貯藏時間逐漸上升，至貯藏第 28 天各組間差異達到最大，其中貯藏於 12°C 之果實 a*/b*值入庫貯藏前為-0.42，貯藏至第 28 天為-0.05，以肉眼目測觀之果色已轉為黃色，而貯藏於 3°C 下果實 a*/b*值入庫時為-0.41，貯藏至第 28 天為-0.34，肉眼目測果色仍為綠色，轉色速度緩慢，各處理間具有顯著差異 (表 1、圖 2)。

表 1. 貯藏溫度對'Eureka'檸檬轉色級數及 a*/b* 值之影響。

Table 1. Effect of storage temperature on peel color index and a*/b* rate of 'Eureka' lemon.

Storage temperature	On day 14		On day 28	
	Color index ^z	a*/b*	Color index	a*/b*
3°C	1.7b ^y	-0.36c	1.9d	-0.34e
9°C	1.9b	-0.32b	2.8bc	-0.21c
12°C	2.7a	-0.26a	4.6a	-0.05a
15°C	1.7b	-0.27a	3.0b	-0.12b
20°C	1.5b	-0.32b	2.2cd	-0.26d

^z The degree of yellowing from green fruit.

Color index 1-5 : 1 (yellow ≤20%)、2 (yellow 21%~40%)、3 (yellow 41%~60%)、4 (yellow 61%~80%)、5 (≥81%)

^yMeans followed by the same letter within same row of each quality are not significantly different by Fisher's LSD test at 5% level.

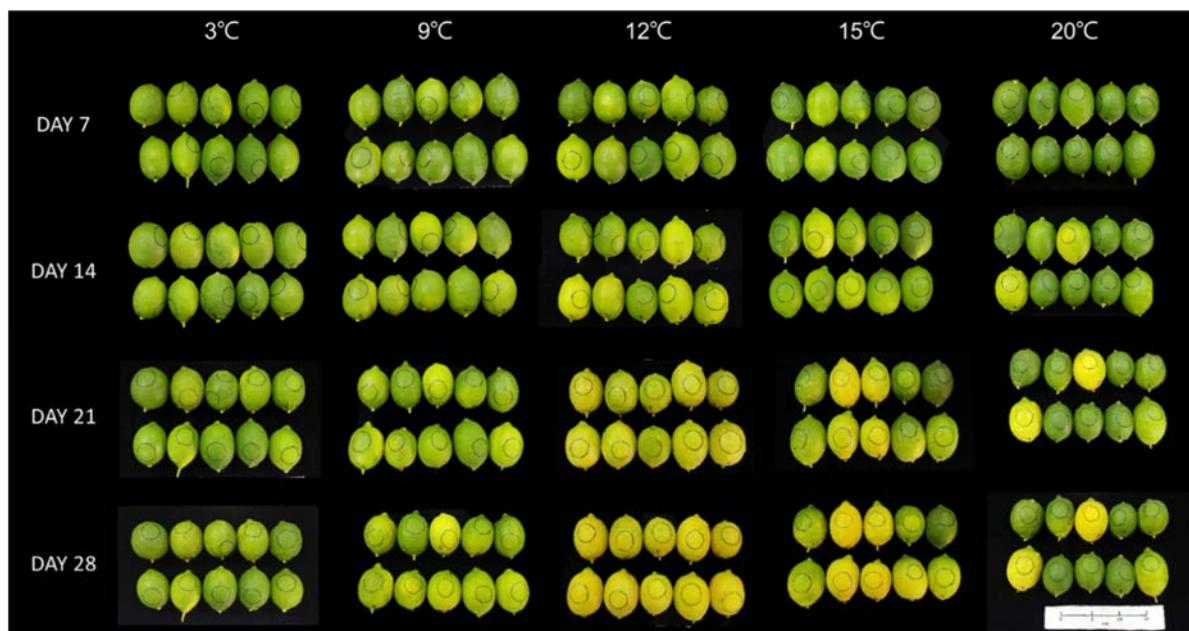


圖 2. 貯藏期間'Eureka'檸檬果實外觀之變化。

Fig. 2. Change in appearance of 'Eureka' lemon during storage at varies temperature.

表 2. 貯藏溫度對'Eureka'檸檬貯藏至第 28 天果皮顏色之影響。

Table 2. Effect of storage temperature on peel color of 'Eureka' lemon after 28 days.

Storage temperature	Peel Color				
	L*	a*	b*	C*	h°
3°C	38.2c ^z	-9.8c	29.1c	30.8c	107.5a
9°C	46.3b	-8.6c	40.3b	41.3b	102.3b
12°C	56.1a	-2.4a	47.6a	47.8a	93.2d
15°C	53.3a	-5.3b	45.8a	46.4a	97.4c
20°C	44.1b	-8.2c	31.4c	32.8c	106.4a

^zMeans followed by the same letter within same row of each quality are not significantly different by Fisher's LSD test at 5% level.

二、貯藏溫度對檸檬果實外部品質 (失重率、綠蒂率、落蒂率及腐爛率)之影響

本試驗將檸檬分別置於 3°C、9°C、12°C、15°C 及 20°C 環境中貯藏，溼度未經特別控制，試驗結果顯示貯藏於 9°C 及 12°C 下果實失重與其他處理有明顯差異，失重率分別為 5.36% 及 4.87%，貯藏至第 28 天時分別為 6.36% 及 6.03%，貯藏於 15°C 下果實失重率則是隨著貯藏時間逐漸上升，貯藏至第 28 天失重率為 4.27%，而貯藏於 20°C 下之果實於貯藏第 7 天失重率為 0.69%，第 14 天時為 3.64%，失重情形明顯，惟各處理間失重率並無顯著差異 (表 3、圖 3)。

檸檬貯藏於各溫度中果蒂褐化情形並不顯著，於貯藏至第 28 天果蒂綠蒂率各處理組皆在 80% 以上，且未有果蒂脫落，落蒂率為 0%，另本試驗中果實未受到病菌或外力損傷而引起腐爛，其腐爛率亦為 0% (表 3)。

三、貯藏溫度對檸檬果實內部品質 (可溶性固形物、可滴定酸及糖酸比)之影響

於貯藏試驗第 28 天時進行破壞性果實品質測定，可溶性固形物 3°C 為 7.6°Brix、9°C 為 7.8°Brix、12°C 為 7.7°Brix、15°C 為 7.0°Brix，貯藏於 3°C 及 20°C 之果實可溶性固形物達顯著差異 (表 3)。可滴定酸貯藏於 3°C 為 6.2%、9°C 為 6.5%、12°C 為 6.2%、15°C 為 6.2%、20°C 為 6.1%，各處理組間未有顯著差異 (表 3)。糖酸比結果顯示 3°C 為 1.2、9°C 為 1.2、12°C 為 1.2、15°C 為 1.3、20°C 為 1.4，糖酸比在貯藏溫度超過 12°C 後，有隨著貯藏溫度而上升，惟此差異並未達到顯著水準 (表 3)。試驗結果各貯藏溫度對果實中可溶性固形物 (TSS)、可滴定酸 (TA) 及糖酸比 (TSS/TA)，造成的差異影響不大。

表 3. 貯藏溫度對'Eureka'檸檬貯藏至第 28 天果實品質、失重率、綠蒂率、落蒂率及腐爛率之影響。

Table 3. Effect of storage temperature on fruit quality, weight loss, green button, button abscission and decay of 'Eureka' lemon after 28 days.

Storage temperature	TSSW (°Brix)	TA (%)	TSS/TA ratio	Weight loss (%)	Green button (%)	Button abscission (%)	Decay (%)
3°C	7.6b	6.2a	1.2a	1.25a	97a	0a	0a
9°C	7.8ab	6.5a	1.2a	6.36a	83a	0a	0a
12°C	7.7ab	6.2a	1.2a	6.03a	80a	0a	0a
15°C	8.0ab	6.2a	1.3a	4.27a	90a	0a	0a
20°C	8.2a	6.1a	1.4a	6.91a	90a	0a	0a

^aMeans followed by the same letter within same row of each quality are not significantly different by Fisher's LSD test at 5% level.

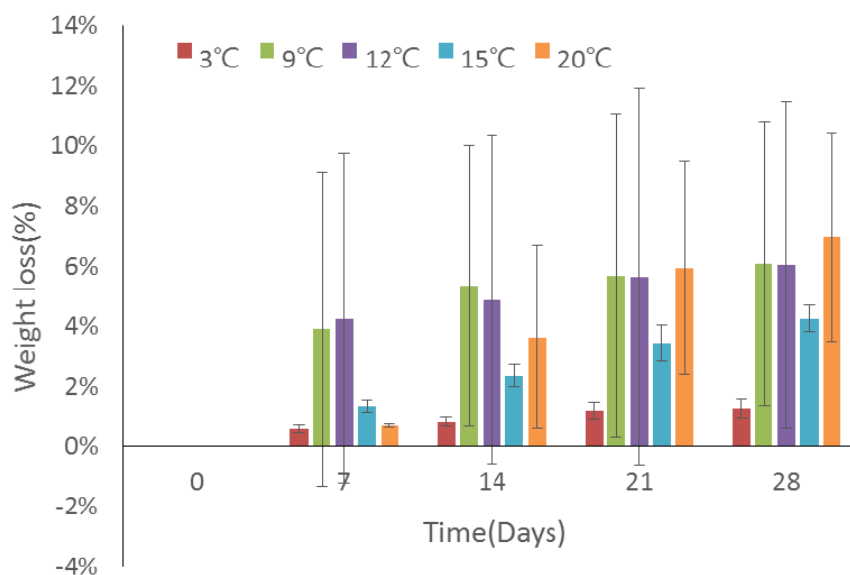


圖 3. 貯藏期間'Eureka'檸檬果實失重率之變化。

Fig. 3. Change in weight loss percentage (%) of 'Eureka' lemon peel during storage at varies temperature.

討 論

一、貯藏溫度的改變對果皮轉色之效果

果實的顏色為消費者考量購買的重要因素，所以經營者對保有或維持果實良好的果色相當重視，所以對於改善不良果色的採後處理技術持續被研究及探討。而在顏色測定上多採用國際照明委員會 International Commission on Illumination，法文：Commission internationale de l'éclairage (採用法文縮寫：CIE)所提出的 CIE L*a*b* (CIELAB)這色彩模型常用來說明人眼所見的所有顏色，是目前使用最為廣泛的一種模型，色度座標中 L*值代表為明亮度 (Lightness)其範圍至 0 = 黑色至 100 = 白色，a*值代表為綠紅顏色 (a*負值為綠，正值為紅)，b*值代表藍黃顏色 (b*負值為藍，正值為黃) (McGuire, 1992)，而 a*值及 b*值為間接表述顏色的座標，難以單一的數值得知物體實際所代表的顏色，所以國際照明委員會透過 CIE L*a*b*加以運算可以得到另一個色度座標 CIE L*C*h，C*值代表顏色的飽和程度 (Chroma)，是由 $(a^*^2 + b^*^2)^{1/2}$ 計算而來，h° 值為代表色相角 (Hue angle)，代表顏色的色相，由 $(\tan^{-1}b^*/a^*)$ 計算而來，為一個 360° 色環，0°~90° 為紅、橙、黃，90°~180° 為黃、黃綠、綠，180°~270° 為綠、青綠、青，270°~360° 為青、紫、紅 (McGuire, 1992)。

L*C*h 組合成明亮度、飽和度及色相的綜合指數就能大約表示物體的整體顏色表現。在各試驗研究中測定果實顏色時也經常使用，另 Brandt 等人 (2006) 於試驗結果中得知番茄再由綠轉紅的粉紅色階段番茄紅素會迅速的累積，而番茄紅素含量和顏色值 (a*/b*) 之間有很高的相關性 ($R^2 = 0.92$) a*/b* 的比例越高，番茄紅素含量越高。劉等人 (2005) 試驗中表示 L*、h° 或 L*、a*/b* 對柑橘類作物的顏色有相當好的代表性。

本試驗結果顯示檸檬貯藏於 12°C 下，檸檬果皮轉色最為迅速，且各果實間轉色速度平均，顏色均勻 (圖 2)。貯藏至第 28 天時 a*/b 值為 -0.05，而色相角 (h°) 為 93.2°，由數據上及果實外觀的變化上，果皮由綠轉黃的情形皆優於其他處理組，且貯藏於 12°C 之果實 L* 值在貯藏過程中增幅最大，整體數據顯示檸檬貯藏於 12°C 下轉色效果最好，且果實光澤感也能顯現 (表 2)；果實貯藏於 3°C 下轉色情形緩慢，貯藏至第 28 天果色仍為綠色，a*/b 值為 -0.34 色相角為 107.5°，果皮黃化的情形不甚理想，轉色有遲滯的現象 (表 1、表 2)。而貯藏 15°C 及 20°C 下果實間轉色程度不一，其中以 20°C 下果實最為明顯 (圖 2)。

在 Sdiri 等人 (2012) 試驗中不同成熟度的 'Navelina' 橙在相同的處理環境下貯藏一段時間後，高成熟度的果實具有較高的轉色指數。因臺灣之檸檬採收並非以成熟度為考量，多以果實大小作為採收的指標，本試驗所選用的果實，未針對果實成熟度做統一的選擇，本試驗中果實間所出現的轉色差異，應與個別果實成熟度相關。另 'Navelina' 橙果於貯藏 12°C 下增加了果實中總類胡蘿蔔素含量，並增強了果皮和果肉的轉色，而貯藏在 2°C 的果實，轉色和類胡蘿蔔素含量幾乎保持不變 (Carmona *et al.*, 2012)，林等 (2005) 觀察明尼桔柚貯藏於 1 至 20°C 下果實的轉色情形，試驗結果顯示促進明尼桔柚果皮轉為橙紅色以 12-15°C 較佳，Petracek 和 Montalvo (1997) 於 'Fallgile' 橙貯於 15.5°C 中轉色良好，但高溫 26.5°C 或低

溫 4.5°C 貯藏都阻礙轉色，本試驗結果與前人研究結果相似。本試驗檸檬貯藏於 3°C 環境下貯藏 28 天試驗結束時色相角僅有微幅增加，果實轉色情形不良，而於 12°C 下轉色均勻且良好。

二、貯藏溫度對檸檬果實品質 (糖度、酸度、失重率、綠蒂率、落蒂率及腐爛率) 之影響

檸檬在許多地區如南非、加州等地皆是食用黃色檸檬，其產季為 3-7 月，多於 4 月果皮顏色開始轉變時採收，經分級包裝之後，以 10°C 貯藏至 8-9 月，並在 9-11 月間以 11°C 運輸銷往海外，其果實品質及果皮顏色優良 (Ladaniya, 2008)。果實採收後的良好貯藏條件，可以確保果實品質並有利於銷售，在貯藏期間果實內部糖度、酸度、糖酸比、失重率、及果實外部的果蒂綠蒂率、落蒂率、果實腐爛率及生理障礙，會隨著貯藏而逐漸改變或發生。

在本貯藏溫度試驗中，果實分別貯藏 3~20°C 至第 28 天時，貯藏於 3°C 及 20°C 之果實在可溶性固形物，數值分別為 7.6°Brix 及 8.2°Brix 達到顯著差異，而貯藏於 9°C、12°C 及 15°C 環境下則無顯著差異，另可滴定酸 (TA) 各處理數值在 6.1~6.5 % 之間，糖酸比 (TSS/TA) 數值 1.2-1.4 之間，各處理組間均未達顯著差異。在本試驗之貯藏期間果實內部品質經不同溫度貯藏後，各處理組的糖度及酸度差異不大 (表 3)。

失重率的表現上，本試驗於貯藏第 28 天觀察各處理間失重率無顯著差異 (表 3)，而從變化趨勢中可以觀察到貯藏於 9°C、12°C 下的檸檬果實於試驗 0 至第 7 天有較高的失重率，第 7 天後失重的情形減緩，而貯藏於 20°C 下的檸檬於貯藏後第 7 天開始出現較高的失重率，失重率迅速增加一直持續至試驗結束，而貯藏於 3°C 下的檸檬失重率則是隨著貯藏時間逐漸增加 (圖 3)。栽培地區的不同，其檸檬的貯藏最佳溫度亦有所不同。澳洲檸檬貯藏適溫 9-12°C。美國加州檸檬貯藏適溫 12.5-15°C，而古巴檸檬儲存在 12°C。貯藏之相對濕度應保持在 85-90 %。在適當的貯藏溫度、濕度和通風條件下，果重每月仍會以 2-3% 減少 (Ladaniya, 2008)。本研究貯藏期間濕度並未另加控制，至試驗結束貯藏於 12°C 及 15°C 下失重率分別為 6.03% 及 4.27% (表 3)。

檸檬採收時大多利用果剪對齊果蒂處剪下，果實上會殘留部分果梗及萼片，雖非可食用之部位，卻為消費者判斷果實是否新鮮的依據之一。果蒂的留存或是否褐化與果實品質似無一定的關係，有此果蒂在貯藏期間可長時間保持綠色，有些則亦褐化 (劉, 2005)，本研究的溫度貯藏試驗中果蒂的褐化並不顯著 (表 3)，貯藏至 28 天試驗結束各處理之綠蒂率皆在 80% 以上，亦無脫落的情形發生。果蒂的存在與否及顏色是否褐化，作為品質指標，似並不客觀。

參 考 文 獻

李文豪。2017。檸檬栽培管理要點。高雄區農業技術專刊 7: 2-15。

- 呂明雄。2005。柑桔。臺灣農家要覽。農作篇:19-27。
- 林詠洲、陳邦華、蔡雲鵬。2013。柑橘生長與栽培管理。pp. 31-32。
- 林建志、薛淑滿、謝慶昌。2005。溫度對採後明尼桔柚果皮轉色及品質之影響。台灣柑桔產業發展研討會專刊。pp. 375-383。
- 劉富文、韓青秀、梁穎芝。2005。椪柑、桶柑與柳橙在長期貯藏中各品質指標值之變化。中國園藝 51: 217-228。
- 農業統計年報(105年)。2017。行政院農業委員會。
- Barry, G. H. and A. A. Van Wyk. 2006. Low-temperature cold shock may induce rind colour development of 'Nules Clementine' mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) fruit. Postharvest Biol. Technol. 40: 82-88.
- Carmona, L., L. Zacarias, and M. J. Rodrigo. 2012. Stimulation of coloration and carotenoid biosynthesis during postharvest storage of 'Navelina' orange fruit at 12°C. Postharvest Biol. Technol. 74: 108-117.
- Ladaniya, M. S. 2008. Storage systems and response of citrus fruits. In: Citrus Fruit: Biology, Technology and Evaluation, M. S. Ladaniya (eds). Academic Press pp. 333-373.
- McGuire, R. G. 1992. Reporting of objective color measurements. HortScience 27: 1254-1255.
- Petracek, P. D. and L. Montavo. 1997. The degreening of 'Fallglo' tangerine. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 122: 547-552.
- Sdiri, S., P. Navarro, A. Monterde, J. Benabda, and A. Salvadora. 2012. New degreening treatments to improve the quality of citrus fruit combining different periods with and without ethylene exposure. Postharvest. Biol. Tech. 63: 25-32.

Effect of Storage Temperature on Coloration of 'Eureka' Lemon (*Citrus limon* L. Burm. F. cv. 'Eureka') Fruits

Hsiao-Ju Lai ¹⁾ Huey-Ling Lin ²⁾ Ching-Chang Shiesh ³⁾

Key words: Temperature, Lemon, Coloration

Summary

Lemon is one of the most important fruit trees in Taiwan. The cultivation area of lemon has been increasing year by year. Domestic consumption is easily over-saturated during the season, it is important to open overseas market for lemon. Overseas consumers are accustomed to yellow lemons, the tension from over-saturated domestic market may be reduced if long-term storage of green lemons can be established and then sold as yellow lemons. Results from this study indicated that peel color starts to change and turns to yellow-orange at 14 and 28 days of storage at 12°C, respectively. No adverse effect of internal fruit quality was observed after 28 days of storage at 12°C. Degreening failed at a low storage temperature(3°C) and uneven peel color appeared at higher storage temperatures (15, 20°C). In addition, button abscission did not occur and the button remained green when stored at 12°C which is a big advantage for domestic lemon market.

1) Graduate student, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

3) Associate professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

Corresponding author.

