

‘麻豆文旦’採收成熟度及貯藏條件 對果實品質之影響¹

周書立、張嵐雁、張汶肇²

摘 要

周書立、張嵐雁、張汶肇。2020。‘麻豆文旦’採收成熟度及貯藏條件對果實品質之影響。臺南區農業改良場研究彙報 75：34-45。

‘麻豆文旦’為中秋應景果品之一，果農主要以白露節氣為採收時間之依據，而中秋在西曆上並非固定日期，使白露與中秋之間有 0 至 26 天不等之間隔，造成柚農每年面臨不同的銷售時間壓力。本研究探討臺南地區‘麻豆文旦’果實於不同採收成熟度及貯藏條件下，對於果實採後品質之變化情形。研究結果顯示，不同採收成熟度果實之失重率、可溶性固形物隨貯藏時間逐漸上升；可滴定酸與果肉截切力則隨貯藏時間持續下降。不同採收成熟度果實因生理狀況差異而具不同耐貯性，可配合節氣來調整採收時期。另將‘麻豆文旦’果實透過不同溫度及包裝方式進行貯藏，貯藏期 30 天以上建議以 15°C 加上單果塑膠袋包裝處理，可有效減緩果實失重與延緩果實品質衰敗。而貯藏期 30 天以內則可利用 25°C 加果籃打孔塑膠內襯袋進行保鮮貯藏，有利於果實的失重及果肉軟化，且促進果皮轉色。

現有技術：農民大多參考節氣「白露」與「中秋」相距日數決定其‘麻豆文旦’果實採收期，並習慣將果實置於通風或密閉常溫環境下，常造成果實每年採收期及貯藏後的果實品質不一。

創新內容：評估‘麻豆文旦’不同採收期及貯藏條件對於其果實品質之影響，藉由不同採收成熟度及配合貯藏溫度環境 15°C 或 25°C、或包裝維持果實品質並延緩老化及調節產銷壓力。

對產業影響：改善‘麻豆文旦’採收時期及貯藏方式建立保鮮條件，延長果實風味及品質，降低農民販售壓力，協助產業之發展。

關鍵字：‘麻豆文旦’、採收成熟度、貯藏溫度

接受日期：2020 年 1 月 21 日

1. 行政院農業委員會臺南區農業改良場研究報告第 517 號。

2. 行政院農業委員會臺南區農業改良場約聘人員、助理研究員及副研究員。712 臺南市新化區牧場 70 號。

前 言

‘麻豆文旦’(*Citrus grandis* Osbeck ‘Matou Wentan’)屬芸香科柑橘屬之多年生常綠果樹，為早熟之柚類品種。2019年栽培面積為4,177公頃，年產量為71,962公噸，主要產地為臺南市、花蓮縣、苗栗縣、新北市等地⁽¹⁾，以盛花後23~25週為最適採收期⁽⁵⁾。由於產地氣候和栽培方法不同，各地採收時間略有差異，約8月中旬後開始陸續採收，於消費市場作為中秋節慶應景果品，為配合國人消費習慣，果農大多為在白露節氣(9月7日或8日)前後進行採收果實，以白露與中秋節之間可能有0~26天不等之間隔為主要銷售期，每年倘產期過度集中，易發生產銷失衡之狀況⁽⁹⁾。若白露與中秋間隔較長，果農會延後採收期，過晚採收導致果肉容易褐化、不耐貯存或果實出現異味等而失去商品價值。反之提早採收則因果實生育日數不足，減少果實品質提昇的時間，無法提供消費者最佳品質⁽¹⁰⁾。‘麻豆文旦’果實採收後常放置於常溫約5~10日予以癒傷(curing)調理，使果實表皮蒸散失水，使果實果肉軟化，提升風味，為柑橘類果實貯藏上常用之採後處理方式⁽⁶⁾。‘麻豆文旦’一般以常溫堆疊貯藏，但果皮容易失水皺縮及果肉易品質劣變，造成商品價值降低。而貯藏期間通風可有助於維持果實貯藏品質，以盛籃堆疊可降低果實貯藏期間的品質劣變⁽⁸⁾。低溫貯藏為採後常使用之管理手段，可有效減緩水分蒸散及生理代謝如果皮退綠等情形。臺灣柑橘貯藏時常以聚乙烯塑膠袋進行套袋保鮮，減少水分蒸散、果實皺縮及防止病原傳染等。本試驗擬評估‘麻豆文旦’不同採收成熟度以及利用果實採後貯藏溫度及套袋包裝方式對於果實品質影響，以建立‘麻豆文旦’貯藏之保鮮條件，供產業應用之參考。

材料與方法

一、植株材料

本試驗供試材料為臺南區農業改良場果園種植之11~12年生‘麻豆文旦’，植株依慣行栽培管理，於田間陸續採收後送至果樹實驗室挑選外觀完好、果重400~700公克的果實進行貯藏試驗。

二、試驗方法

(一) 不同採收成熟度對‘麻豆文旦’果實貯藏品質之影響

本試驗以標定正期花(約3月中、下旬)所結之果實為試驗材料，植株依慣行栽培管理，分別於2017年8月9日(盛花後約21週、EH)、18日(盛花後約23週、MH)及31日(盛花後約25週、LH)三個時段採收，將果實逐粒編號及秤重後裝於附鐵架可堆疊之塑膠籃3只(長62公分、寬43公分、高39公分)，每籃內約堆40粒果實，以上下果籃方式堆疊。裝籃後貯藏於室內陰涼處(平均溫度29~31°C，相對濕度70~90%)60天，每處理之最下方籃果堆中層安置HOBO溫濕度記錄器(U23-001, Onset Co., USA)記錄溫度及相對濕度。果實品質調查每隔10日取樣一次，每次逢機選取8粒果實進行品質調查。調查項目包含果實重量、果皮顏色、果肉截切力、總可溶性固形物和可滴定酸。

(二) 包裝方式與貯藏溫度對‘麻豆文旦’果實貯藏品質之影響

本試驗以2018年8月21日採收之果實，置於室溫下3日進行短暫癒傷調理，再分

別以 (1) 單果塑膠袋 (6.8 × 8 吋) 包裝後裝於塑膠籃 (PG)、(2) 整籃約 30 粒果實以打孔塑膠內襯袋 (92 × 84 吋) 包裝後裝於塑膠籃 (PE)、(3) 裸果直接裝籃 (CK)，每種包裝方式再分別貯藏於 15°C (15)、25°C (25) 和室內陰涼處 (RT；平均溫度 29 ~ 31°C，相對濕度 70 ~ 90%) 下 60 天，共為 9 處理，每處理皆為 3 籃上下堆疊。每處理之最下方籃果堆中層皆安置 HOBO 溫濕度紀錄器 (U23-001, Onset Co., USA) 以記錄溫度及相對濕度變化。果實品質調查每隔 10 日取樣一次，每次逢機選取 8 粒果實進行品質調查。調查項目包含果實重量、果皮顏色、果肉截切力、總可溶性固形物和可滴定酸。

三、調查項目及方法

- (一) 果實重量 (fruit weight)、果肉率 (pulp ratio)、果實失重率 (weight loss ratio)：單粒果實用電子天秤測重後重量為果實重量；剖開果實剝下果皮、果膜後，測量果肉重量，單位以 g 表示。果實失重率 (%) 係以果實原始重量減去失重後之重量，除以原始重量再乘 100 得之。果肉率 (%) 係以果肉重量除以果實失重後之重量再乘 100 得之。
- (二) 果皮顏色 (peel color)：利用桌上型分光色差儀 (ColorFlex EZ, Hunter Lab, USA) 測定果腰兩側及底部的之 L*、C*、h° 值 (每一果實共計三點)。L 值為明度，數值愈高代表果皮亮度愈高，0 為全黑，100 為全白。C* 值為彩度，數值愈高表示果色愈鮮艷且顏色純度越高。h° 值為色相角度，180 度為綠色，90 度為黃色，0 度則為紅色。
- (三) 瓢瓣截切力 (flesh shear force)：挑選兩瓣完整之瓢瓣以物性分析儀 (CT3-25K, Brookfield, USA) 測定截切力，探頭使用塑膠刀狀之夾具 (TA7) 進行截切，單位以 g/cm² 表示。
- (四) 總可溶性固形物 (total soluble solids, TSS)：糖度的測定為榨汁後利用滴管取澄清液，滴於折射儀 (refractometer PAL-1, ATAGO, Japan) 上測定，單位為 °Brix 表示。
- (五) 可滴定酸 (titratable acidity)：取 10 ml 果汁澄清液與 90 ml 蒸餾水混合為 100 ml 溶液，以果汁酸度計 (TA-70, TOA-DKK, Japan) 測定，以 0.1N NaOH 標準液滴定至 pH 值 8.1，換算檸檬酸 (citric acid) 含量，單位為百分比 (%) 表示。

四、統計分析

本試驗數據以 Microsoft Excel 整理和試算，以 SigmaPlot 進行繪圖，資料以 Costat 軟體進行 ANOVA 分析，以最小顯著差異法 (Least Significant method, LSD) 比較分析，差異顯著水準 (significance level) 為 5%。

結果與討論

一、不同採收成熟度對‘麻豆文旦’果實貯藏品質之影響

(一) 果皮色澤變化

‘麻豆文旦’果實果皮未成熟時為青綠色，隨果實成熟逐漸轉成黃綠色⁽⁹⁾。果實採收時，不同採收成熟度之‘麻豆文旦’果皮 L* 值及 C* 值，以盛花後約 25 週 (LH) 採收處理最高、盛花後約 21 週 (EH) 最低，h° 值則反之，顯示果實愈成熟就愈呈現色彩明亮之黃綠色 (圖 1)。此外果實在 60 天貯藏期間果皮 L* 值與 C* 值呈現上升

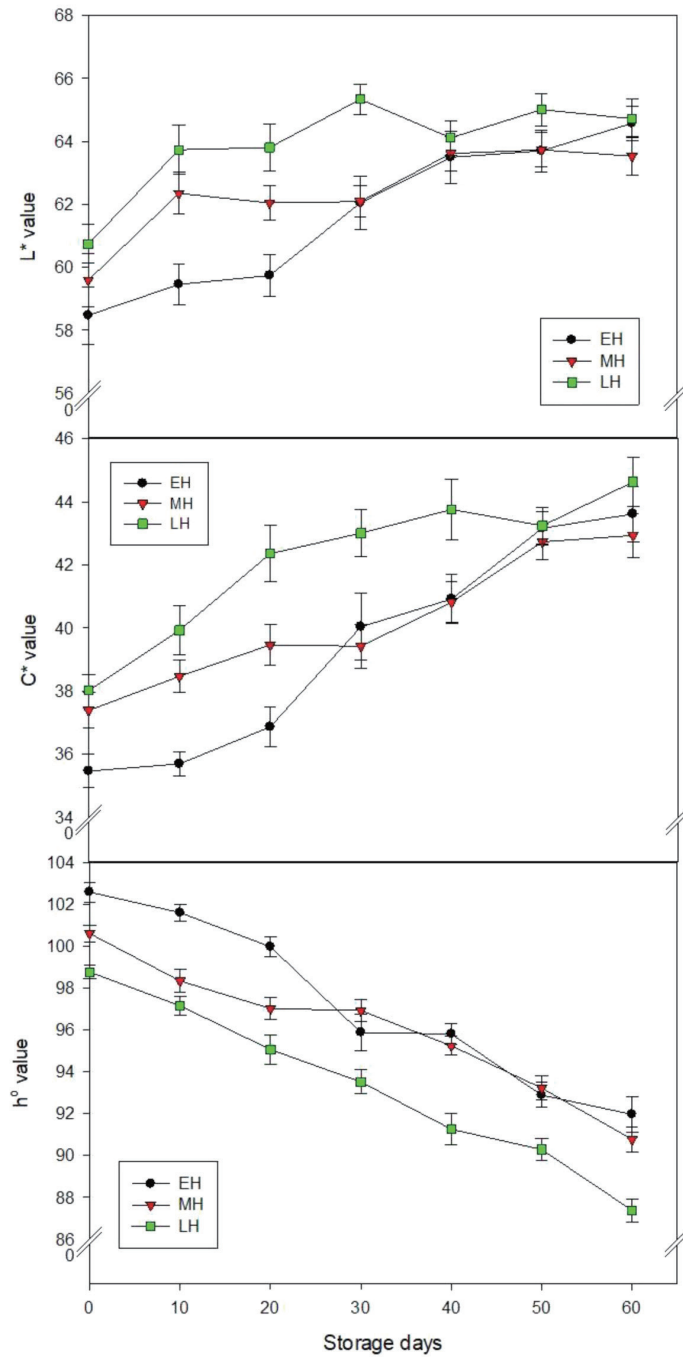


圖 1. 不同採收成熟度之‘麻豆文旦’果實（盛花後約 21 週，EH；盛花後約 23 週，MH；盛花後約 25 週，LH）於室溫貯藏 60 天期間外皮亮度（L* 值）、彩度（C* 值）及色相角（h°值）之變化

Fig. 1. Changes of peel lightness (L* value), chroma (C* value) and hue angle (h° value) of Matou Wentan' fruits with three harvest maturities, namely 21 (EH), 23 (MH), and 25 (LH) weeks after flowering, respectively, during 60 days storage at ambient conditions

之趨勢，代表果實於貯藏過程中果皮變得明亮且顏色飽和，果皮 h° 值則隨貯藏時間增加而由 100 度下降至 92 ~ 88 度，顯示果實採收後逐漸褪綠，果皮由青綠色轉為黃色。吳和區 (1999) 指出‘麻豆文旦’經 25°C 貯藏 5 週後，其果皮的綠色完全消失⁽³⁾，本次研究中亦有類似結果。一般來說柑橘類果實採收後之果皮顏色變化為葉綠素降解所致⁽⁷⁾，葉綠素降解原因與溫度、果實成熟度及貯藏環境等有關。

(二) 失重率及果實重量變化

不同採收成熟度之果實貯藏期間失重率如圖 2A 所示，三種不同採收成熟度之果實失重率雖具差異性，但趨勢相同，隨貯藏時間增加而增加。由於果實失重的原因主要為其果實蒸散速率所致⁽⁶⁾，蒸散作用速率受到環境中之大氣溫度、濕度及本身果實狀況等影響⁽¹²⁾。由於採收時間不同，而每日室內溫、濕度皆不同，可推究果實失重率主要受當下貯藏環境溫度及濕度所影響。如以盛花後約 23 週 (MH) 的果實進行果實重量調查結果顯示，果實失重率隨貯藏時間增加而上升，貯藏 10 天後，果實失重率為 4.3%；30 天後為 11%；60 天後為 24%，顯示貯藏時間越久，其對果實重量耗損越大。劉 (1995) 指出失水會造成果皮皺縮、加速果實老化等生理變化⁽¹²⁾。而‘麻豆文旦’初摘下時，果肉較硬，必須放置幾天使果肉變軟，風味更佳，此一作業稱之為癒傷調理或辭水，因此貯藏時間長短，需再研究探討。

貯藏前果肉重量佔總重 50 ~ 55%，不同採收期以 EH 果肉率最低，係因果實成熟度較低，果皮水份含量仍高所致。隨著貯藏時間增加，其果肉率變化逐漸上升 (圖 2B)。前人研究指出‘麻豆文旦’果實愈成熟，果肉重量與佔總體重量比例越重⁽⁵⁾，且‘麻豆文旦’果皮為貯藏過程為果實最主要的失重部位⁽⁶⁾，故 LH 果肉率採收時與 MH 相同，經貯藏後較 MH 為高之原因。

(三) 可溶性固形物及可滴定酸

‘麻豆文旦’生育期間可溶性固形物含量逐漸增加，林和林 (1999) 指出‘麻豆文旦’果實可溶性固形物含量以花後 24 週時最高，然後開始下降⁽⁵⁾。本試驗於果實不同成熟度採收時，以 LH 處理 9.36 °Brix 最低，但與其他處理無顯著差異。貯藏期間果實可溶性固形物呈上升趨勢 (圖 2C)，與吳和區 (1999) 以‘麻豆文旦’經貯藏後其可溶性固形物隨貯藏時間增加而上升相符⁽³⁾。

果實生育過程中，可滴定酸會逐漸降低⁽⁵⁾，故以 EH 採收時其可滴定酸 0.43% 為最高。經過 60 天室溫貯藏後，果汁可滴定酸皆呈下降趨勢 (圖 2D)，與極柑等柑橘類果實於貯藏期間其可滴定酸含量隨貯藏時間增加而降低之結果相同⁽⁷⁾。但前人研究中指出‘麻豆文旦’以常溫貯藏其可滴定酸隨時間增加而增加的現象相反^(3,6,13)，推究其原因可能為貯藏溫度不相同所致，如林 (1995) 試驗貯藏溫度為 25°C，本試驗則放於室內陰涼處 (平均溫度 29 ~ 31°C，相對濕度 70 ~ 90%，HOBO 溫溼度紀錄器資料) 裝籃堆疊，果堆內溫度較高，增加呼吸代謝速率，使可滴定酸下降。另外，謝 (2012) 指出檸檬酸合成酶活性和比活性在貯藏期間皆有上升的趨勢⁽¹³⁾，可能與 25°C 貯藏者之可滴定酸含量隨貯藏時間增加而增加之結果相關。

(四) 果肉截切力

果肉截切力可反應果肉軟硬變化程度，EH 處理組果實瓢瓣偏硬 (圖 2E)，隨貯藏時間增加，截切力下降，顯示果實瓢瓣明顯軟化，林 (1995) 指出‘麻豆文旦’經過 1 至 4 週貯藏後果肉會變得柔軟，與本研究結果顯示貯藏後果肉軟化的結果相

符。貯藏後期 LH 截切力有稍微上升，為果實瓢瓣乾粒化比例提高，果實瓢瓣乾粒化係指瓢瓣果囊變乾硬且呈白色狀，俗稱「乾米」。此比率會隨貯藏時間增加而提高⁽⁸⁾。

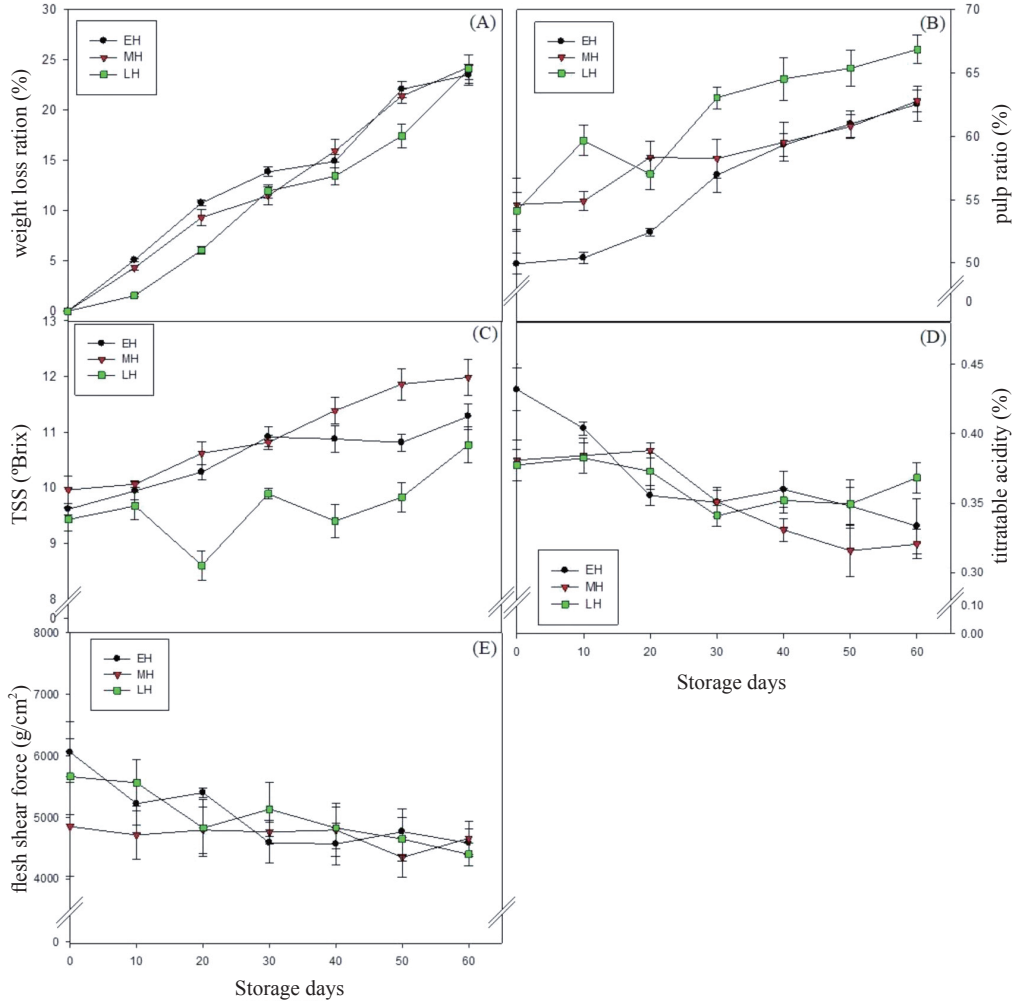


圖 2. 不同成熟度之‘麻豆文旦’果實 (盛花後約 21 週, EH; 盛花後約 23 週, MH; 盛花後約 25 週, LH) 於室溫貯藏 60 天, (A) 果實失重率、(B) 果球率、(C) 總可溶性固形物、(D) 可滴定酸與 (E) 果肉截切力之變化

Fig. 2. Changes of weight loss ratio (A), pulp ratio (B), total soluble solids (TSS) (C), titratable acidity (D), and flesh shear force (E) of ‘Matou Wentan’ fruits with three harvest maturities, namely 21 (EH), 23 (MH), and 25 (LH) weeks after flowering, respectively, during 60 days storage at ambient conditions

二、包裝方式與貯藏溫度對‘麻豆文旦’果實貯藏品質之影響

(一) 果皮色澤

外觀顏色為判別水果品質的重要項目之一，本研究果皮色相角 (h° 值) 隨貯藏時間增加而下降，果實貯藏期間果皮之綠色漸轉為黃綠色 (表 1)。在不同保鮮袋包裝

處理於不同貯藏溫度，皆以單果塑膠袋包裝處理 (PG) 較能維持果實綠色，而 PG 處理組於 3 種貯藏環境下無顯著差異。以果籃打孔塑膠內襯袋包裝 (PE) 與裸果直接裝籃 (CK) 處理貯藏於 25°C 或室溫 (RT) 下，轉色最為明顯。前人研究指出，柑橘類之果皮顏色係以葉綠素及類胡蘿蔔素含量決定⁽¹⁶⁾，轉色速度會隨溫度升高而提高⁽¹⁴⁾，‘麻豆文旦’貯藏於 25°C、10°C 及 1°C 下，果實轉色仍以 25°C 最快⁽¹³⁾，顯示果皮葉綠素降解速度受溫度影響，與本研究結果相符。而謝 (2012) 將‘麻豆文旦’貯藏於 10°C 並套聚乙烯袋，h° 值顯著高於未套袋處理組⁽¹³⁾，顯示果實單果套保鮮袋可延緩轉色速率。PE 處理轉色速度在不同貯藏溫度下皆較 PG 快，推測可能袋內果堆貯藏環境雖有明顯空隙，但屬非通風環境，造成乙烯的累積，加速果實的老化⁽⁸⁾，使果實葉綠素快速降解。

表 1. 以單果塑膠袋包裝 (PG)、果籃打孔塑膠內襯袋包裝 (PE) 及裸果裝籃 (CK) 三種包裝方式並於 15°C、25°C 與室內陰涼處 (RT) 下貯藏 60 天，‘麻豆文旦’果皮顏色之色相角 (hue angle, h° value) 變化

Table 1. Change of peel hue angle (h° value) of ‘Matou Wentan’ fruits treated with three packaging methods, namely individual plastic bag packaging (PG), perforated plastic liner bag packaging (PE) and without plastic bag packaging (CK), respectively, during 60 days storage at 15°C, 25°C, and room temperature (RT)

h° value	Days of storage (days)						
	0	10	20	30	40	50	60
PG-15	102.21	99.46a	97.42a	97.23a	97.66a	95.78a	95.34a
PE-15	102.21	96.81a	92.50b	91.23b	88.71c	88.43b	87.56bc
CK-15	102.21	98.91a	93.98b	91.89b	89.55bc	88.94b	90.14b
PG-25	102.21	98.89a	97.92a	97.23a	96.16a	93.53a	94.55a
PE-25	102.21	99.34a	97.64a	92.71ab	89.49bc	87.51b	85.72c
CK-25	102.21	98.81a	95.31ab	92.58ab	89.46bc	88.08b	87.73bc
PG-RT	102.21	98.73a	97.89a	97.68a	94.03ab	93.56a	94.23a
PE-RT	102.21	97.58a	94.78ab	90.54b	91.03b	87.11b	84.39c
CK-RT	102.21	97.66a	96.83a	93.85ab	91.86b	89.77b	87.20bc

Means sharing the same letter in a column are not significantly ($p > 0.05$) different from one another.

(二) 失重率及果實重量變化

果實失重率如圖 3A 所示，將‘麻豆文旦’採收後靜置 3 天，再貯藏於不同溫度環境中，其果實失重率隨貯藏時間之增加而上升，重量減少的速率方面，以常溫 (RT) 貯藏為最高，其次為 25°C 貯藏，最低者為 15°C 貯藏。顯示果實失重率與貯藏環境相關，貯藏溫度越低，果實失重率越低，劉等 (2014) 將‘麻豆文旦’貯藏於 5°C 時，失重率較 10°C 貯藏處理者低⁽¹¹⁾，‘麻豆文旦’如需長期貯藏，可利用貯藏溫度來控制重量耗損。利用單果塑膠袋包裝 (PG) 與果籃打孔塑膠內襯袋包裝 (PE) 不管在任何貯藏溫度下皆比裸果直接裝籃 (CK) 失重率低，尤以 PG 貯藏延緩果實失重

效果最佳。於 15°C 貯藏 60 天後平均失重率僅約 1% 以下。Ben-Yehoshua 等 (1981) 指出，於相同貯藏溫度下以高密度聚乙烯袋包裝，能有效減少果實和果皮水分散失，降低果實失重率⁽¹⁵⁾，本研究與其結果類似。果實失重係因蒸散作用所致，環境大氣溫度、濕度及本身果實狀況等皆會影響蒸散速率，PE 處理為打孔塑膠內襯袋包裝，可與環境進行氣體交換，故其果實失重率介於 CK 及 PG 處理之間，並以 PG 蒸散失重率為最低。此結果與椪柑逐果套袋貯藏於 12.5°C，更能減少果實失重相符⁽²⁾。

(三) 可溶性固形物及可滴定酸

‘麻豆文旦’果實貯藏前其可滴定酸含量為 0.39% (圖 3B)。果實於不同貯藏溫度下，CK 與 PE 處理果汁可滴定酸於室溫下隨貯藏期間延長而下降，但 25°C 下隨貯藏時間之增加而逐漸上升，而 15°C 貯藏者則貯藏前期上升後至貯藏後期而下降。‘麻豆文旦’可滴定酸於 25°C 貯藏期間逐漸上升，與前人研究結果相符^(3,6,13)，謝 (2012) 結果指出檸檬酸合成酶活性和比活性於貯藏期間及不同貯藏溫度下皆有上升的趨

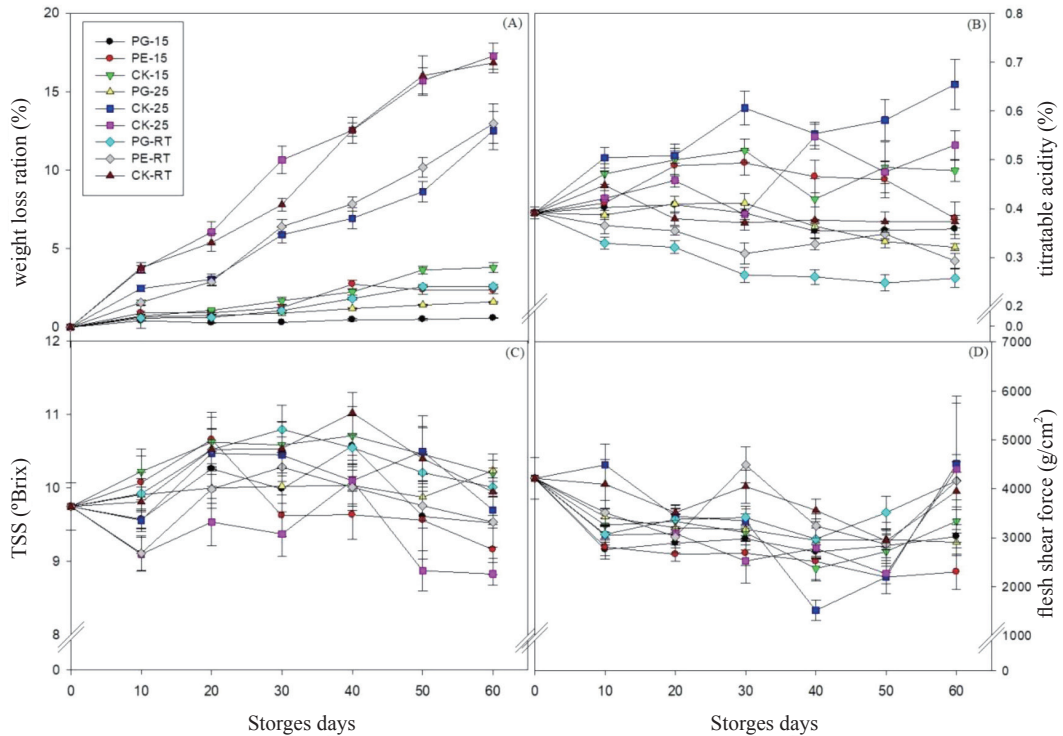


圖 3. 以單果塑膠袋包裝 (PG)、果籃打孔塑膠內襯袋包裝 (PE) 及裸果裝籃 (CK) 三種包裝方式並於 15°C、25°C 與室內陰涼處 (RT) 貯藏 60 天，對‘麻豆文旦’ (A) 果實失重率、(B) 可滴定酸、(C) 總可溶性固形物與 (D) 果肉截切力之變化

Fig. 3. Changes of weight loss ratio (A), titratable acidity (B), total soluble solids (TSS) (C), and flesh shear force (D) of ‘Matou Wentan’ fruits treated with three packaging methods, namely individual plastic bag packaging (PG), perforated plastic liner bag packaging (PE) and without plastic bag packaging (CK), respectively, during 60 days storage at 15°C, 25°C, and room temperature (RT)

勢，其中‘麻豆文旦’以 25°C 貯藏之檸檬酸合成酶比活性高於其他溫度處理，可能 25°C 適合有機酸合成酵素活性上升⁽¹³⁾。而謝(2012)將‘麻豆文旦’果實經 10°C 貯藏可滴定酸逐漸下降，與本試驗於 15°C 貯藏果實至 30 天後，與可滴定酸逐漸下降相似⁽¹³⁾。PG 處理果汁可滴定酸於不同溫度環境下皆為隨貯藏期間越長而下降，與前人研究中‘麻豆文旦’以 10°C + 聚乙烯袋效果類似⁽¹³⁾。推究其原因為 PG 處理之塑膠袋為低透氣材質，具類似氣變包裝效果。‘麻豆文旦’於 15°C 貯藏 60 天後以 CK 對照組可溶性固性物最低，PG 與 PE 在 15°C、25°C 及室溫 (RT) 下無顯著差異 (圖 3C)，顯示貯藏期間果實透過包裝及貯藏溫度，可延緩果實老化，增加貯藏能力⁽⁴⁾。

(四) 果實截切力

果肉截切力可反應果肉軟硬變化程度，亦是判別果實品質的重要項目之一。結果顯示，不同溫度貯藏 30 天期間，果肉截切力隨貯藏時間增加逐漸下降，不同包裝方式間無明顯差異，果肉有軟化趨勢 (圖 3D)。但第 30 天起則陸續調查到瓢瓣中少量果肉乾粒化，使果肉截切力升高，其出現比率隨貯藏時間而提高，於 25°C 與室溫 (RT) 較為明顯，而 PG 貯藏於 25°C 截切力無明顯上升。

結 論

本研究結果顯示，‘麻豆文旦’以盛花後約 21 週採收 (EH)，果實所含可滴定酸含量較高，利於長期貯藏。盛花後約 23 週採收 (MH)，為果實適當採收期，果實品質較佳。盛花後約 25 週採收 (LH)，因生理成熟度較高，在短時間內食用品質較佳，但不利於貯藏。若當年度採收期離中秋節較近，可於‘麻豆文旦’盛花後約 23 ~ 25 週期間進行採收，並貯藏於通風環境下，加速果實蒸散作用，以利達到合適之食用狀態；若當年度採收期離中秋節較遠時，建議以盛花後約 21 ~ 23 週採收，此時可滴定酸含量較高，可增加耐貯性。透過不同溫度及包裝方式結果顯示，貯藏 30 天以上建議以 15°C 處理，並配合單果塑膠袋包裝，可有效減緩果實失重與延緩果實品質之衰敗。若貯藏期在 30 天以下，則可貯藏於 25°C 並結合果籃打孔塑膠內襯袋包裝保鮮貯藏，有利於果實的失重及果肉軟化，且促進果皮轉色。

引用文獻

1. 行政院農委會農糧署。2019。農情調查資訊。農情報告資源網。http://agr.afa.gov.tw/afa/afa_frame.jsp。
2. 呂明雄。1977。Benzimidazole 殺菌劑與 Curing 對椪柑貯藏之影響。中國園藝 23：302-307。
3. 吳松杰、區少梅。1999。麻豆文旦室溫貯藏品質之影響。中國園藝 45：53-64。
4. 李堂察、林芳存、郭銀港、呂明雄。2005。新興柑桔品種果實發育和貯運特性之研究。臺灣柑桔產業發展研討會專刊 p.217-236。
5. 林芳存、林宗賢。1999。麻豆文旦柚果實發育之研究。文旦產銷經營研討會專刊 p.29-50。
6. 林芳存。1995。短期常溫貯藏對麻豆文旦果實品質之影響。中國園藝 41：288-296。
7. 區少梅、陳淑莉。1993。椪柑品質之官能與物理化學分析。中國園藝 39：99-113。

8. 張嵐雁、張汶肇、張錦興。2016。果實貯藏模式及通風對麻豆文旦短期貯藏品質之影響。臺南區農業改良場研究彙報 69: 30-41。
9. 張汶肇、林明瑩、林棟樑、卓家榮、陳紹崇。2009。優質麻豆文旦栽培管理技術。行政院農業委員會臺南區農業改良場專刊。
10. 劉啟祥、徐仲禹、陳任芳、巫宣毅。2014。文旦健康管理栽培技術。行政院農業委員會花蓮區農業改良場專刊。
11. 劉啟祥。2010。花宜地區文旦柚栽培與保鮮技術。2010年宜蘭地區果樹產業發展研討會專刊 p. 125- 136。
12. 劉富文。1995。園產品之貯藏。園產品採後處理及貯藏技術 p. 85-145。
13. 謝侑儒。2012。貯藏溫度對麻豆文旦果實品質和有機酸代謝酵素活性之影響。國立嘉義大學園藝學系碩士論文。嘉義。
14. Ahrens, M. J. and C. R. Barmore. 1987. Interactive effects of temperature and ethylene concentration on postharvest color development in citrus. *Acta Hort.* 201: 21-27.
15. Ben-Yehoshua, S., I. Kobiler, and B. Shapiro. 1981. Effect of cooling versus seal-packaging with high-density polyethylene on keeping qualities of various citrus cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106:536-540.
16. Ladaniya, M. S. 2008. *Citrus fruit: Biology, technology and evaluation.* Academic press, USA.

Effect of maturity and storage condition on the fruit quality of ‘Matou Wentan’ (*Citrus grandis* Osbeck)¹

Chou, S. L., L. Y. Chang and W. C. Chang²

Abstract

‘Matou Wentan’ is an essential fruit to celebrate Moon Festival for Taiwanese. However, Moon Festival is fixed on lunar but not on solar calendar. ‘Matou Wentan’ were harvested around White Dew no solar terms, and moon festival falls on the 15th of August on lunar calendar. It can have 0 - 26 days of difference for different years. If they are too close to each other, the farmer have pressure to sale out their ‘Matou Wentan’ in a few days. This research investigated the fruit quality of different harvest maturities, storage temperatures and packaging methods in storage period. The results showed that the weight loss ratio and total soluble solids of the fruit gradually increased, the titratable acidity and flesh shear force gradually decrease in storage with different fruit maturities. The fruits harvested at different maturities showed various storability due to difference of physiological statuses; therefore, we suggest that farmers adjust the harvesting time of fruit to maintain the quality stability based on the Solar Terms around White Dew. In addition, the fruits are better to be stored at different temperatures and wrapped with different packaging methods. When the storage is more than 30 days, we recommended to pack the fruit with individual plastic fruit packaging and store at 15°C, which could effectively retard the weight loss and delay the decline of fruit quality. If the fruit will be stored for less than 30 days, perforated plastic line bag packaging at 25°C of storage temperature are recommended, to prevent fruit from weight loss and flesh softening, as well as facilitates the color change of the peel.

What is already known on this subject?

Most farmers rely on the time between ‘White Dew’ and ‘Moon Festival’ to determine the harvest time. Fruit was then stored in pile under a ventilation or closed environment which makes the fruit quality unstable.

What are the new findings?

We evaluated the effects of different harvest times on the quality of ‘Matou Wentan’ and further optimized storage temperature for long-term storage. Quality maintenance and deterioration delay of the fruits could be achieved via the recommended harvest maturity, storage temperature, and packaging technique derived from this research.

What is the expected impact on this field?

The results improved decision making for harvest maturity and storage condition of ‘Matou Wentan’. Consequently, extension of shelf life, maintenance of fruit quality, and reduction of food loss in this product will help to increase the competitiveness of ‘Matou Wentan’.

Key words: ‘Matou Wentan’, Harvest maturity, Storage temperature

Accepted for publication: January 21, 2020

-
1. Contribution No. 517 from Tainan District Agricultural Research and Extension Station.
 2. Contract Employee, Assistant Researcher, and Associate Researcher, Tainan District Agricultural Research and Extension Station, 70 Muchang, Hsinhua, Tainan 712, Taiwan, R.O.C.