

## '愛文'芒果果實綠頭症之調查

莊 淨<sup>1)</sup> 謝 慶 昌<sup>2)</sup>

關鍵字：芒果、綠頭症、採後品質

**摘要：**台灣'愛文'芒果(*Mangifera indica* L. cv. Irwin)在外銷時所遇到的困境，以外觀最具影響力。近年發現在'愛文'芒果果實成熟後出現轉色上的問題日漸嚴重，即於果梗端之果皮仍呈現綠色，且果肉不具後熟能力。本研究比較了正常成熟果與綠頭果之差異，發現綠頭症果實頂端之硬度明顯高於正常果實，在糖度的比較中，正常果是較高的。利用色差儀測得綠頭症果實果皮a\*值顯著低於正常果，呈現偏綠的顏色。綠頭果較正常果有較低的乙烯釋放率，然而呼吸率在正常果與綠頭果間沒有顯著差異。

### 前 言

芒果(*Mangifera indica* L.)為漆樹科(*Anacardiaceae*)、芒果屬(*Mangifera*)，又名檬果、樣子，因其果實具有豐富營養成分、外觀色澤具吸引力、有香氣、果肉香甜，為熱帶常綠果樹中重要之經濟作物。台灣早期由美國佛羅里達州引進'愛文'(Irwin)、'海頓'(Haden)等共五個品種，經過長期試種推廣，'愛文'芒果逐漸成為生產者與消費者最喜愛之品種，其特性有產量穩定，不易產生隔年結果之情形、果實大小適當、外觀討喜、皮薄肉多纖維少，甜度高、具有些微酸味，單果重約320~450公克，為目前台灣栽培面積最廣之品種。根據台灣農業統計年報，民國86年台灣芒果栽培面積為兩萬公頃左右，民國101年下降至一萬六千公頃左右，有逐年減少的趨勢，但芒果品質逐年提升，使單位面積產量維持在一定的標準。2012年之出口貿易統計指出，台灣芒果產業已成為國內外貿易中，新鮮果品銷售的第三大產業，僅次於第一的香蕉和第二的鳳梨，並為台灣每年賺取11,392千美元之外匯，也是僅次於花卉的高經濟價值作物(蔡等, 2013)。我國主要的輸出對象為日本、韓國、香港，其中又以日本為最大宗外銷鮮果商品中最易出現的問題在果實外觀，外觀為判定果實

---

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副教授，通訊作者。

品質最簡單且直接的方式，而近年果實在採收後外觀出現轉色不良的問題日益嚴重，是為果實頂端出現綠化(圖1)，且果梗周圍部位的果肉無法順利後熟，果實內部品質也有受到影響，此種症狀已使商品價值大受影響。因此本研究中定義‘綠頭’為成熟芒果果實靠近果梗端之果皮維持綠化現象。本研究調查正常芒果果實和綠頭果實間的差異。

## 材料與方法

### 一、試驗材料

試驗材料取台南楠西地區，江氏果園樹齡約 25 年‘愛文’芒果樹之果實。2013 年 7 月 11 日於集貨場隨機挑選大小相近之紅熟果實，及疑似出現綠頭症狀之‘愛文’芒果果實各 20 顆，進行測定及分析。

### 二、調查項目及方法

#### (一) 果皮品質

果皮顏色測定以攜帶型分光色差儀(Mini Scan XE Plus, Mode l4500s)測定果實靠近果梗處相對應兩點之  $L^*$ 、 $a^*$  及  $b^*$  值，並換算出  $C^*$ 、 $h^\circ$  值，每個果測值以兩點平均值表示。硬度是先削去待測區域之果皮，以手持之穿刺式硬度計(Penetrrometer F-327)測量果實單位面積( $0.55 \text{ cm}^2$ )內穿刺果肉所需之力量，每個果實測量果梗端及赤道上對應之兩點求其平均值，單位以牛頓  $\text{N}/\text{cm}^2$  表示。果實可溶性固形物則是採用電子式糖度計(ATAGO PR-32)測定果肉擠壓出汁液之可溶性固形物，每顆果實測量赤道上相互對應兩點果汁之讀值取平均，單位以  $^\circ\text{Brix}$  表示。

#### (二) 呼吸率及乙烯生成速率測定

以密閉系統將正常果與綠頭症果實各 5 顆分別置入 1L 之呼吸缸，經過 2 小時後，抽取 1 ml 之氣體樣品通入氣相層析儀(gas chromatograph, Shimadzu. Model GC-8A)並用火焰離子檢出器(FID)分離管採用不鏽鋼管柱( $1/8'' \times 6\text{ft}$ )，內部填充活性氧化鋁(Activated alumina, 80-100 mesh)，管柱溫度設定為  $90^\circ\text{C}$ ，注射孔溫度設定為  $130^\circ\text{C}$ ，以氮氣其為載型氣體，壓力設定為  $3 \text{ kg}/\text{cm}^2$ ，燃燒氣體為氫氣，以氧氣助燃，兩者壓力均為  $0.5 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 。另抽取 1ml 之氣體樣品通入紅外線二氧化碳分析儀(IR-analyzer, Maihak, UNOR910)測定  $\text{CO}_2$ 。

#### (三) 果實碳水化合物

將樣品分為果皮和果肉，進行碳水化合物(包括有全可溶性糖以及澱粉)之分析，測定參考自 Dubois(1956)之方法。

#### (四) 統計分析

將試驗結果以 SAS 軟體(Statistical Analysis System, Institute Inc.)算平均值，並利用 ANOVA 進行變方分析(analysis of variance)及最小顯著差異檢定(least significant difference test, LSD)比較各表現行間之差異顯著性。

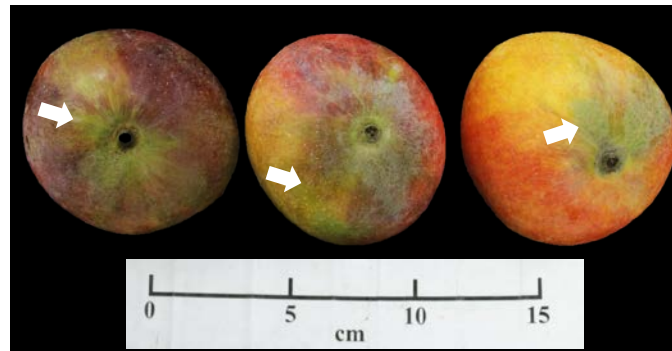


圖 1. 綠頭症之'愛文'芒果圖中靠近果梗處出現綠化特徵(白色箭頭所指處)。

Fig. 1. The appearance of green-head 'Irwin' Mango white arrows show the green-head symptom.

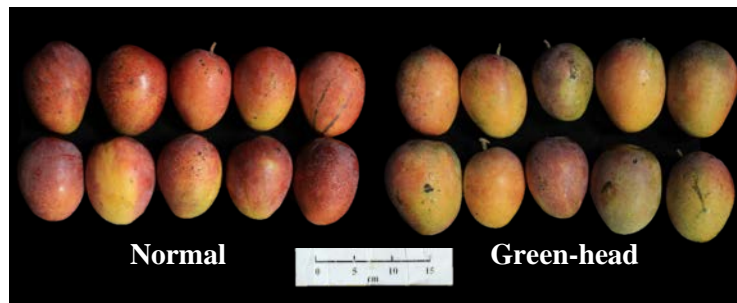


圖 2. 正常與綠頭症之芒果果實，左側為正常果實，右側為綠頭症狀果實。

Fig. 2. The appearance of 'Irwin' mango. Left side is normal fruits and right side is green-head fruits.

## 結 果

### 一、果實品質

正常成熟果實與綠頭果實頂端果皮色差如圖 3，以綠頭症果實之 L 值較高，為 41.15，正常果實之數值為 36.27，兩者具有顯著差異，表示綠頭症果實表面具較高的亮度；在 a\*、b\* 值同樣以正常果實具有較高之讀值，正常果之 a\* 值達 28.73，係標準成熟之'愛文'芒果果實所具有的紅色色澤，而綠頭症之果實所得之 a\* 值極低，為 9.90，接近綠色，兩者具

有顯著差異；正常果實的  $b^*$  值為 13.93，綠頭症果實為 10.27，具有顯著差異，顯示了正常果實比起綠頭症果實顏色較黃。在色彩濃度的表現上，正常果實 C 值 31.6，高於綠頭果之 22.2，且兩者具有顯著差異。色相角則是綠頭果高出正常果實許多，為  $59.5^\circ$ ，正常果為  $23.0^\circ$ ，差異非常顯著。

正常果實果梗周圍所測得的硬度為  $15.24(\text{N}/\text{cm}^2)$ ，顯著低於綠頭果實所測得的  $32.15(\text{N}/\text{cm}^2)$ (圖 4)，顯示該型態之果實在後熟過程中，果肉無法順利軟化。可溶性固形物的比較上(圖 4)，也出現顯著差異。正常果實明顯有較高的糖度，是為  $13.93^\circ\text{Brix}$ ，而綠頭症果實的糖度只有  $10.28^\circ\text{Brix}$ ，此硬度及糖度是不符合商品需求的。

## 二、呼吸率及乙烯在兩種果實之比較

乙烯和二氧化碳是果實後熟狀態的重要指標，接收乙烯訊號會使果實本身產生更多的乙烯，此為更年性果實特性；而二氧化碳代表著組織的呼吸活性。本試驗結果顯示，正常果實在後熟階段的乙烯釋放率為  $1.03\mu\text{l C}_2\text{H}_4\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$ ，而具有綠頭症果實所測量出的值為  $0.46\mu\text{l C}_2\text{H}_4\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$  低於正常果實所釋放的含量(圖 5)，此結果顯示綠頭症果實無法正常後熟。二氧化碳的釋放代表著果實的呼吸作用，兩種果實呼吸率均介於  $50\sim 60\text{ ml CO}_2\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$  之間，沒有顯著差異。

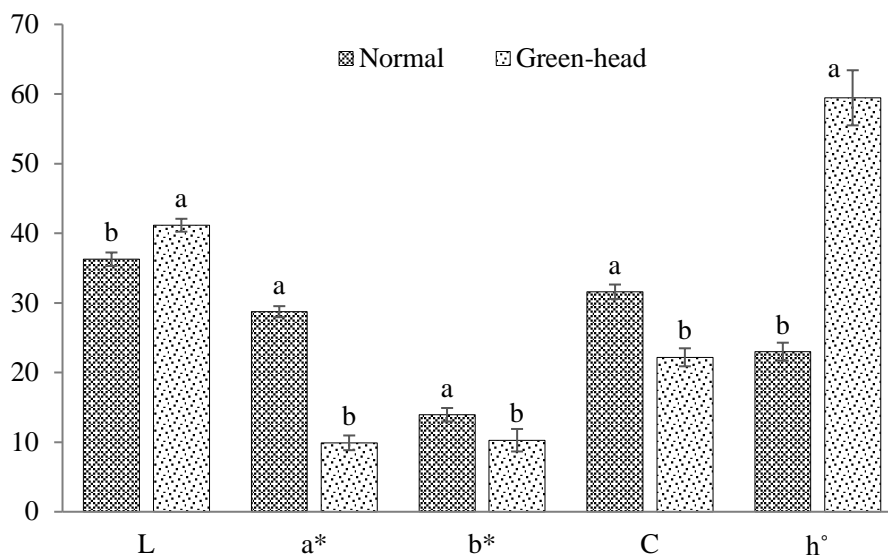


圖. 3. 正常'愛文'芒果與綠頭症'愛文'芒果果肩之果皮色差。

Fig. 3. The L,  $a^*$ ,  $b^*$ , C,  $h^\circ$  value in fruit shoulder of normal and green-head of 'Irwin' mango fruit.

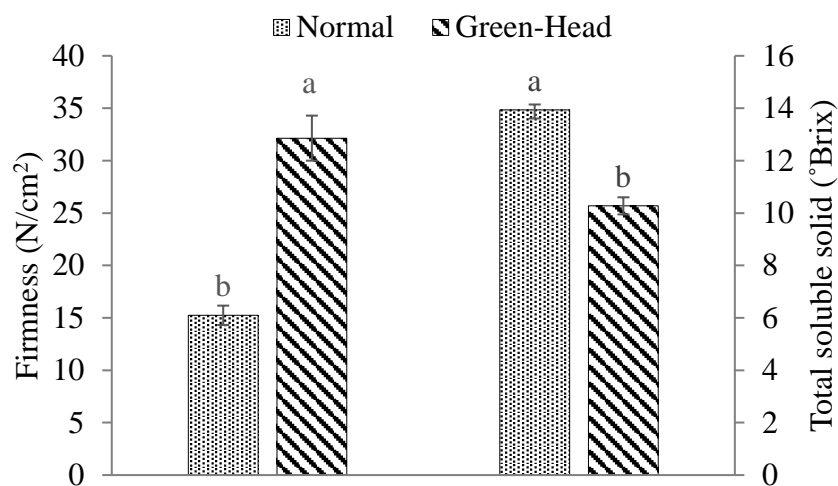


圖 4. 正常'愛文'芒果與綠頭症'愛文'芒果果實品質中果肩硬度及糖度之比較。  
Fig. 4. Fruit shoulder firmness and total soluble solids of normal and green-head 'Irwin' mango fruit.

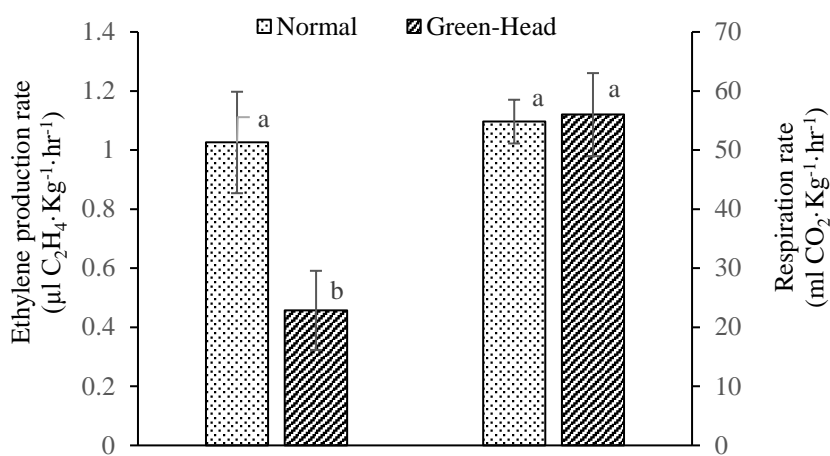


圖 5. 正常'愛文'芒果與綠頭症'愛文'芒果果實之乙烯釋放率和呼吸率比較。  
Fig. 5. Comparison ethylene release rate and respiration rate of normal and green-head 'Irwin' mango fruit.

### 三、碳水化合物

芒果果實內醣類和澱粉之比例反應成熟程度，後熟較完整之芒果其澱粉含量也較低，反之則代表芒果未進入熟成階段。試驗中將果實分為果皮和果肉部分測定全可溶性糖，發現正常果實與綠頭果實果皮之全可溶性糖沒有顯著差異，前者含有 24.99%，後者則有 23.47% 之全可溶性糖；果肉部分在正常果中含有 31.93%，而綠頭果含有 37.92%，高出了正常果實的含量，具有顯著差異；兩種果實果皮的澱粉含量正常果含有 4.62%，綠頭果含有 4.26% 未達顯著差異。果肉中的澱粉含量在兩者間也是不具有顯著差異的，分別為正常果 5.61%、綠頭果 5.52% (圖 6)。

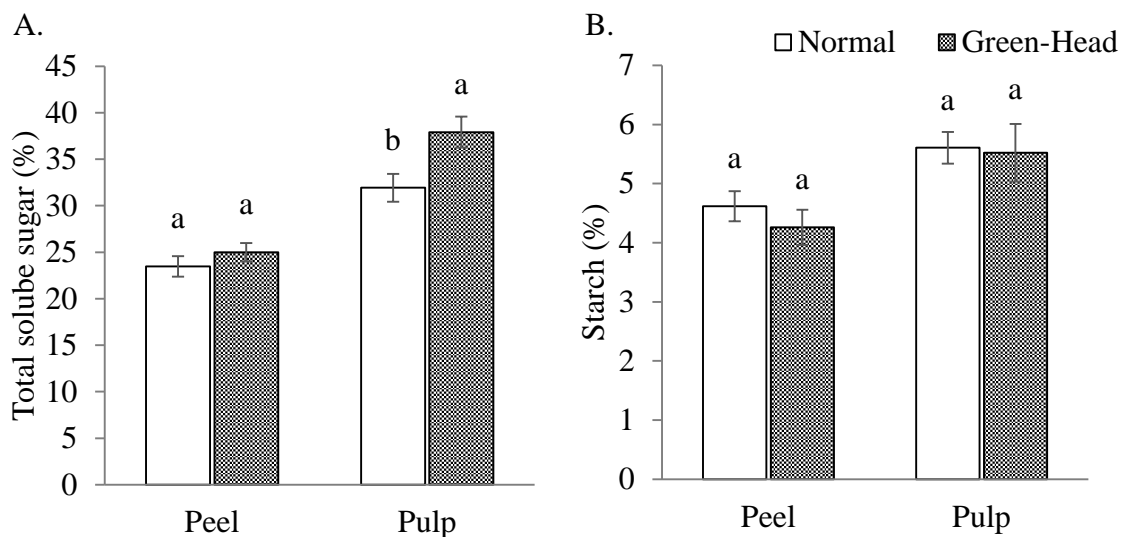


圖 6. 正常與綠頭症 '愛文' 芒果果皮及果肉全可溶性糖及澱粉之比較

Fig. 6. Comparison total soluble sugar (A) and starch (B) in peel and pulp of normal and green-head 'Irwin' mango fruit.

### 討 論

果皮顏色是芒果採收成熟度的簡易指標之一 (Malevski *et al.*, 1977)，一般來說芒果果皮顏色之 L、a\* 值會隨著果實成熟而增加 (Ueda *et al.*, 2000)。本研究以肉眼觀察發現兩者果實具有顯著差異 (圖 2)。經過量化及統計，得到之結果也顯示綠化組織在代表紅綠色及黃藍色的 a\*、b\* 值中出現低於正常果實之結果 (圖 3)，如同未成熟之果皮顏色。由色相角定義可知 0° 為紫紅色、90° 為黃綠色、180° 為綠藍色、270° 為藍紫色。比較兩種果實之色相角，

正常果為 23.0°、綠頭果為 59.5°，前者色相角度較靠近 0°，後者明顯較靠近 90°，表示後者偏向黃綠色。由於 aminoethoxyvinyl glycine (AVG)對於 ACC 合成酶有強烈抑制作用，果實生育後期施用會提高果皮色相角的角度，即較能維持綠色利用來提高金煌芒果之品質(張等, 2006)由此推測綠頭症果實之表現也可能與 ACC 合成酶活性被抑制有關。

正常成熟之芒果果實，果肉可溶性固形物會逐漸上升(廖, 2007)、果實也會因為後熟作用開始軟化(Prasanna, 2007; Leshem *et al.*, 1986)。本試驗綠頭症果實較正常果實有較高的硬度及較低的糖度(圖 4)，此兩項測量結果，都指出果實該部位有未成熟的表現。一般訂定之芒果採收成熟度至少要在 7、8 分熟，具有此熟度以上之芒果才可在後熟過程發展出相較於低熟度果實有較佳的風味，如 '愛文' 芒果採收成熟度需 8 分熟以上，糖度才能達 11 °Brix 以上(李, 1997)。若提早採收，再利用催熟技術使果實後熟，則會造成糖度低、轉色不良等果實品質不佳的狀況(李, 1996; Katrodia and Bhuvu, 1993)。

果實所釋放的氣體中與後熟相關最密切的是二氧化碳和乙烯，這兩者是後熟狀態的重要指標。接收乙烯訊號會使自身產生更多的乙烯，此為更年期果實特性(Goldschmidt, 1973, Goldschmidt *et al.*, 1980; Lelièvre *et al.*, 1997; Kidd and West, 1945; Yang and Hoffman, 1984)，而二氧化碳代表著呼吸作用，即植物細胞、組織的生命活性。本試驗的結果顯示正常果實已經進入更年期，而綠頭果實乙烯釋放較低(圖 5)。相較於綠頭果實，正常果實的乙烯釋放率高出兩倍以上。雖然正常果實乙烯釋放量較高，但是以呼吸率之結果觀察，兩者不具顯著差異。呼吸率分為四階段，包括有更年期前期(pre-climacteric)、更年期上升期(climacteric rise)、更年期高峰期(climacteric peak)及更年期後期(post climacteric)或老化期(senescent)(Krishnamurthy and Subramanyam, 1970)，本試驗中兩種果實之呼吸率約在 50 ml CO<sub>2</sub>/Kg·hr 為果實之後熟呼吸高峰(謝, 1990)，推測兩種表現型之果實的生理年齡差異不大，應已經進入更年期高峰期的階段，而詳細狀態則須更進一步追蹤其呼吸曲線。

本試驗在全可溶性糖的分析中，兩種果實之果皮不顯著，果實進入成熟期後，澱粉會轉變為醣類，如蔗糖在果實成熟期會快速增加(Suthikul *et al.*, 2006)。然而本試驗結果顯示綠頭果實比正常果實含有較高之糖分，推測可能係綠化組織受到延緩老化進程之細胞所組成，該部分的葉綠素降解受阻，而和葉綠素降解有關之酵素如 NYC1(non-yellowing color)、NOL(NYC1-like)、荷爾蒙如離層酸、細胞分裂素等之變動，使植株認為果實仍在生長期，所以持續大量供給碳水化合物至果實中，使綠頭果實果肉中之全可溶性糖含量高於正常果實。此外前人研究發現，不同型態氮之比例會影響糖度及全可溶性糖。在糖度和全可溶性糖的表現中，較高銨態氮比例的確會使網紋甜瓜的糖度下降，但提高全可溶性糖(許, 2006)；使用銨態氮會提高甘草全可溶性糖(裴等, 2011)。

芒果花序抽出、開花到果實肥大初期，碳水化合物大部分來自樹體中儲藏的，因此樹體中儲藏碳水化合物含量決定翌年的產量與品質(陳和賴, 1985)。果實生長期中會以澱粉的形式在果肉中儲存碳水化合物，隨著果實發育，會不斷累積澱粉(Tandon and Kalra, 1983)。「愛文」芒果的澱粉含量會隨花後日數持續增加，於花後 128 日果實內澱粉含量最高，大約

達到 6~8%(莊和楊, 2000)。根據本試驗結果, 澱粉在兩者表現型中(圖 6B), 不論果皮與果肉皆沒有差異, 但果肉之澱粉高於果皮, 顯示芒果果實後熟之進行為由內而外。

### 參 考 文 獻

- 李雪如。1997。成熟度對芒果果實品質之重要性。高雄區農業專訊 20:18-19。
- 李雪如。1996。'金黃'芒果果實生育、採收後處理與果肉劣變之關係。國立中興大學園藝研究所碩士論文。119 pp.。
- 張錦興、張汶肇、林棟樑。2006。芒果果實生長後期使用 AVG 對果實品質之影響初報。台南區農業改良場研究彙報 47:1-8。
- 莊忠益、楊耀祥。2000。芒果發育期間果肉碳水化合物之變化。興大園藝 25(2): p1-14。
- 許如意。2006。氮素營養對網紋甜瓜生長和品質的影響。華中農業大學園藝系碩士論文。83 pp.。
- 陳右人、賴宏輝。1985。檬果樹體中碳水化合物之季節性變化。中國園藝 31(4): 240-246。
- 廖婷珍。2007。'金煌'及'愛文'芒果果實生長發育期間果實理化特性之比較。國立屏東科技大學農園生產研究所碩士論文。89 pp.。
- 裴文梅、張參俊、王景安。2011。不同氮形態及配比對甘草生長及品質的影響。中國農學通報 27(28): 184-187。
- 蔡政諺、張采頻、黃啟東。2013。芒果國際流通概況。提升台灣芒果產業價值鏈研討會專刊。p49-59。
- 謝慶昌。1990。愛文芒果後熟生理與採收後處理之研究。國立臺灣大學園藝研究所博士論文。312 pp.。
- Dubois, M. 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. Anal. Chem. 28:350-356.
- Goldschmidt, E. E. 1980. In: K. V. Thimann (Ed.), Senescence in plants. CRC Press, Boca Raton, FL, pp.207-217.
- Goldschmidt, E. E., R. Goren, Z. Even-Chen and S. Bittner. 1973. Increase in free and bound abscisic acid during natural and ethylene-induced senescence of citrus fruit peel. Plant Physiol. 51: 879-882.
- Katrodia, J. S., and H. P. Bhuvra. 1993. Spongy tissue in mango. In: K. L. Chadha and O. P. Pareek. (Eds.), Advances in Horticulture Vol.4 Fruit Crop. 2069-2080.
- Kidd, F. and C. West. 1945. Respiratory activity and duration of life of apples gathered at different stages of development and subsequently maintained at a constant temperature. Plant Physiol. 20:467-504.



- Lelièvre, J. M., A. Latchè, B. Jones, M. Bouzayen and J. C. Pech. 1997. Ethylene and fruit ripening. *Physiol. Plant.* 101: 727-739.
- Leshem, Y. Y., A. H. Halevy, and C. Frenkel. 1986. Processes and control of plant senescence. Elsevier Science Publishers, New York. pp. 162-199.
- Malevski, Y., L. Góme. Z Brito, M. Peleg, and M. Silberg. 1977. External color as maturity index of mango. *J. Food Sci.* 42(5): 1316-1318.
- Prasanna, V., T. N. Prabha, and R. N. Tharanathan. 2007. Fruit ripening phenomena-An overview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* 47(1): 1-19
- Suthikul, K, Y. S. Yang; C. C. Chen. 2006. Changes in mango fruit characteristics during development and after harvest. *Horticulture NCHU.* 31(4): 1-14.
- Tandon, D. K., and S. K. Kalra. 1983. Changes in sugars, starch and amylase activity during development of mango fruit cv 'Dashehari'. *J. Hort. Sci.* 58(3): 449-453.
- Ueda, M., K. Sasaki, N. Utsunomiya, K. Inaba, and Y. Shimabayashi. 2000. Changes in physical and chemical properties during maturation of mango fruit (*Mangifera indica* L. 'Irwin') cultured in a plastic greenhouse. *Food Sci. Technol. Res.* 6(4): 299-305.
- Yang, S.F., and N. E. Hoffman. 1984. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology.* 35: 155-189.

## Investigation of Green-head Symptom on 'Irwin' Mango (*Mangifera indica* L. cv. Irwin) Fruit

Ching Chuang <sup>1)</sup> Ching-Chang Shiesh <sup>2)</sup>

Key words: Mango; Green-head; post-harvest quality

### Summery

In Taiwan, *Mangifera indica* L. cv. Irwin encounters some problems when exporting to other countries. The most serious one in marketing is the appearance of mango fruit. In recent years, 'Irwin' had found some trouble in turning red after maturity. The syndrome includes green fruit peel at the fruit shoulder and the pulp fails to ripe. The objectives of this study are to compare some basic maturity characters in normal mango fruit (CK) and 'green head' fruit (GH). In firmness test, the shoulder of GH fruit was significantly harder than CK fruit. The CK fruit showed a higher total soluble solid content compared with GH fruit. Using colorimeter to analyze fruit shoulder peel fragments indicated that the  $a^*$  value of GH fruit is significantly lower than CK fruit, representing the fruit peel is more green. Analysis of ethylene release rate showed that GH fruit had a lower rate than CK fruit, and no significant difference in respiration rate can be observed between CK and GH fruit.

---

1) Graduated student in MS program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Associate professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University, Corresponding author.