

金柑果實採收適期及其催色與貯藏試驗¹

李國明²

摘要

經調查蘭陽地區週年金柑開花及結果習性，可明顯區分成三個主要開花期，第一期花於6月上旬開始，於10月下旬達6分熟需99-120天，自著果至發育成熟所需之積熱單位為1179.9-1348.6-天；第二期花於6月中旬開始，於11月中旬達6分熟需101-124天，自著果至發育成熟所需之積熱單位為1188.4-1351.6-天；第三期花於7月上旬開始，於12月中旬至翌年元月中旬達6分熟需131-133天，自著果至發育成熟所需之積熱單位為1173.7-1188.7-天；早期開花結果粒小，品質較差，而以第三期花之果實品質最佳。因此依據金柑不同成熟階段，採收屬於第三期花之6-7分成熟果實及7-8分成熟果實，進行催色處理。利用乙烯發生器，在恆溫庫中以自動控制定時器間斷控制乙烯釋出時間，每35-60秒之間釋放1次，濃度1200ppm，催色溫度維持在26-27之間。6-7分成熟果實經70小時可達完全催色效果，7-8分成熟果實僅需39小時，即可達到催色理想階段。6-7分及7-8分熟果實催色與不催色貯藏於5、10、15及室溫下，探討不同溫度貯藏期間之腐爛率，6-7分熟果實催色後貯藏於室溫下3週後腐爛率為83.7%最高，而以5貯藏3週後腐爛率23.7%最低。7-8分熟果實催色後貯藏於室溫下3週後腐爛率為60.5%最高，而以5及10貯藏3週後腐爛率分別為17.4%及32.9%最低。而未催色者以6-7分熟果實比7-8分熟果實耐貯能力強。

（關鍵字：金柑、採收適期、成熟度、催色、貯藏）

¹花蓮區農業改良場研究報告第119號，本試驗部份經費承行政院農業委員會（計畫編號：83科技-2.2糧-32及84科技-2.2-糧-53）補助，謹此致謝。

²花蓮區農業改良場蘭陽分場副研究員。

前言

金柑(Kumquat)為芸香科(Rutaceae)常綠灌木金柑屬(Fortunella)，又稱金橘或金棗，果色金黃美觀故名之(謙克終,1969)金柑原產中國浙江省，於1906年由日人田代氏自日本引進台灣栽培。主要栽培地區為宜蘭縣佔90%以上，由於蘭陽平原三面環山，東臨太平洋，山風多、交釀易成濃霧，淫雨寒涼，形成絕佳之生長環境，使金柑成為宜蘭獨步全省的特產，台灣農業年報(1995)資料，目前栽培面積約300公頃，栽培品種以長實金柑『Fortunella margarita (Lour) Swingle』為主，該品種果形較長，具豐產特性，皮厚肉酸而種子多，主要供作加工製作蜜餞之原料，在明朝李時珍所著本草綱目卷三十中曾記載：「金橘(氣味)酸甘、溫、無毒。主治：下氣快膈、止渴解醒、辟臭、皮尤佳。」意即有助消化，止咳潤喉，解酒除臭，皮最好。

由於金柑開花習性特殊，不像有些果實如楊桃等（謝慶昌 1985）研究其生理成熟度（physiological maturity）與採收成熟度（horticultural maturity）具有一致性。研究者可以由果實的內外部許多生理的或物理的變化，如果皮的顏色變化或果實內的色素系統（賴,1978；蔡,1986），果實的外觀大小或形狀（Lester and Dunlap 1986.）等，作為果實採收成熟度之依據，但因金柑開花期 3-4 次，果實的成熟度不一致，採收成熟度的決定頗為困難。加以果實粒小，採收作業費工，農民往往將不同成熟度之果實一次採收，以達省時省工，造成金柑原料果實熟度參差不齊，尚未成熟之綠色果皮部位經加工製作蜜餞成品呈暗褐色，影響色澤與品質甚鉅。據 Huyskens, et. al. (1995) 研究金柑在後熟期 4 個 Stage 調查果實色素變化，葉綠素逐漸減少，成熟時葉綠素消失，總胡蘿蔔素含量則先減少後增加，由 18.7→14.6→38.6 μ g/g，含量最多之色素為 Violaxanthin。

據 Hashinaga and Ito (1985) 研究金柑於採收前 2 星期內在樹體上噴 Ethephon 400ppm，可促進果實轉色和發育，溫度在 25℃ 下轉色快，且可增加 5% 的果重，果皮 / 果汁比增加，減少酸度，但糖組成無顯著差異，該研究者 1990 年又發現金柑一般在 12 月採收，但因顏色未轉，留在樹體上直到 1 月才採收，為增加早期果產量，於 10 月末到 11 月初在樹體上噴 400ppm Ethephon 並不會引起落葉或落果，但提早 10 月中旬噴則會引起 50% 的落果。宜蘭地區氣候受東北季風影響，冬天溫度要達到 25℃ 較為困難，也未曾利用在樹體噴施 Ethephon（益收）來改善金柑的轉色問題，即使金柑在樹體上等全部完熟後葉綠素消失再採收，由於生育日數拉長，加上雨水多，必然造成腐爛及落果急增，不符合經濟效益。劉富文教授（1992）指導並建議利用乙烯(Ethylene)可將金柑果實催熟與催色（Degreening），以改善加工原料果實之色澤與品質，這種催熟技術已常用在香蕉、芒果、番茄、木瓜、蜜露甜瓜等作物的果實上。本試驗之目的，即確實掌握成熟度一致之果實，並依金柑果實外皮轉色程度，區分為 6、7、7-8 分成熟轉色所需之開花後天數，利用乙烯催色處理，將金柑綠色果皮部分轉色為金黃色，使整粒果實顏色均勻，以改善原料品質，有效提高加工產品品質與商品價值，催色後原料果實一併進行貯藏試驗。以瞭解不同溫度下貯藏對果實腐爛發生情形，俾提供加工業者製作金柑蜜餞上之參考。

材料與方法

(一)試驗材料：加工用長實金柑品種，樹齡 10-11 年生。

(二)試驗方法：

1. 進行金柑果實成熟度之追蹤調查：

包括不同開花結果期與不同成熟度分 6、7、8、9 各階段所需日數。

(1)果皮顏色分五級：1.代表全綠 2.綠中帶黃 3.黃綠 4.黃中帶綠 5.全黃，介於二種中間者以 1.5、2.5、3.5、4.5 等分數細分之。

(2)果皮外表顏色分數計算法如下：

$(1 \times \text{個數} + 1.5 \times \text{個數} + 2 \times \text{個數} + 2.5 \times \text{個數} + 3 \times \text{個數} + 3.5 \times \text{個數} + 4 \times \text{個數} + 4.5 \times \text{個數} + 5 \times \text{個數}) / \text{總個數} = \text{平均轉色分數}$ 。

2.不同成熟度果實催色時間之探討：

成熟度分 6 7、7 8 二組固定乙烯濃度 1200ppm 在恆溫庫中進行催色處理，測定所需時間，另選 6 7 分及 7 8 分熟不催色為對照組。比較耐貯能力及製作加工成品之色澤品質。

3.催色與不催色果實貯藏時間之探討：

(1)催色與不催色組貯藏於 5、10、15 下與室溫之比較，每隔 3 天各取 30 粒調查果實腐爛率。

(2)發霉腐爛率的計算法如下：

$(\text{累計的發霉果實數} / 30) \times 100\% = \text{發霉腐爛率}$

(三)試驗地點：宜蘭市、員山、礁溪鄉、蘭陽分場。

(四)調查項目：採收氣候條件、不同開花期與成熟時間、催色條件、腐爛率調查、催色已否貯藏期間品質變化調查、成品品質比較等。

結果與討論

(一)進行金柑果實成熟度之追蹤調查：

經二年調查金柑的開花習性與結果分析，金柑的開花習性大致可明顯區分成三個主要開花期，從第一期花 6 月上旬開花後，可延續到 8 月中旬，其間正逢每年夏天期間，炎熱氣候，促使開花現象之發生，主要靠颱風季節下雨，土壤中獲得充分的雨水濕度增加後立即開花，開花習性與一般柑橘類如桶柑、椪柑、柳橙及文旦柚等截然不同，獨自形成奇特之開花習性，因生長期及果實肥大期，常與果實成熟期及花芽分化期重疊（台灣農家要覽 1980），研究人員很難由果實的內外部許多生理的或物理的變化，如利用開花後天數（賴,1978；蔡,1986；謝,1985；Luton and Hamer 1983；Lester and Dunlap 1985），作為果實採收成熟度之依據，就是因為金柑果實的成熟度不一致，採收成熟度的決定頗為困難。依據美國 Ryugo 氏(1988)所著果樹栽培指出：可用積熱單位(Summation of heat units)來預估果實自發育至成熟（到達具食用之品質）所需之熱單位，在果樹採收期上是一種很有效且很準的方法，熱單位(heat units)是一種結合溫度與時間二種因子的度量單位，其表示方法為“度-天”(degree-days)計算方式，可將每日平均溫度(最高+最低/2)減每日臨界溫度，累加之總和，以“××度-天”表示。柑桔類的臨界溫度(果實發育)為 15，經統計調查結果，第一期於 6 月上旬開花到 6 月下旬為著果期，於 10 月下旬開始可達 6 分熟階段，其生育日數需 99-120 天，所需熱積溫為 1179.9-1348.6 天，隨著成熟度的增加，生育日數拉長，第二期花於 6 月中旬開花到 6 月下旬著果，於 11 月中旬可達 6 分熟階段，所需生育日數 101-124 天，所需熱積溫為 1118.4-1351.6 天，而第三期花於 7 月上旬開始，到 7 月下旬為著果期，於 12 月中旬至翌年元月

中旬可達 6 分熟階段，所需生育日數 131 133 天，所需熱積溫為 1173.7 1188.7 天，各不同成熟度所需生育日數及積熱溫度詳如表一。

表一：金柑不同開花期之果實自著果至發育成熟所需之天數及積熱單位

Table 1 : Effect on different flowering period of fruit set to maturity days and summation of heat units of Kumquat.

開花期 Flowering date	發 育 成 熟 度 maturity indices							
	6 分		7 分		8 分		9 分	
第一期 First flush (6 月上旬開始) Begin in early June	至該成熟度所需之天數(天) * Needed days to maturity(day)							
	99	120	109	125	119	136	126	144
	至該成熟度所需之積熱單位(度-天) Needed summation of heat units to maturity(-day)							
	1179.9	1348.6	1272.6	1375.7	1344.3	1433.5	1379.4	1493.8
第二期 Second flush (6 月上旬開始) Begin in middle June	101	124	112	136	134	158	142	166
	1188.4	1351.6	1293.1	1420.7	1405.7	1552.1	1466.0	1604.9
第三期 Third flush (7 月上旬開始) Begin in early July	131	133	145	148	155	160	161	167
	1173.7	1188.7	1241.5	1255.3	1276.5	1277.5	1274.0	1285.3

* 僅供參考.For reference.

第四、五期花於 8 月上旬開始，可延長到 10 月上旬，尤於 83 年夏天颱風影響，使開花期明顯拉長，結果期則在 8 月下旬至 10 月下旬，因開花結果數量不多，均於 7 分熟時採收。

依據不同花期將金柑的主要成熟階段分析不同採收期與所佔比例，可由下表得知 10 11 月間採收之金柑以 6 7 分熟所佔比例高達 70% 最多。其次，為 8 分熟佔 24%；12 月份所採收的以 7 8 分熟佔 80% 最多。其次，為 6 分熟及 9 分熟各佔 10%；而翌年 1 2 月份所採收的金柑以 8 9 分熟佔 80% 最多。其次，為 7 分熟佔 15%，早期開花結果粒小，品質較差，而以第三期花之果實品質最佳。

表二、金柑主要成熟階段時間與比例

Table 2. Major riping time and ratio of Kumquat fruit during the reproductive growth period.

Unit : %

Harvest date	60% maturity	70% maturity	80% maturity	90% maturity
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Oct. to Nov.	35	35	24	6
Dec.	10	35	45	10
Jan. to Feb.	5	15	40	40

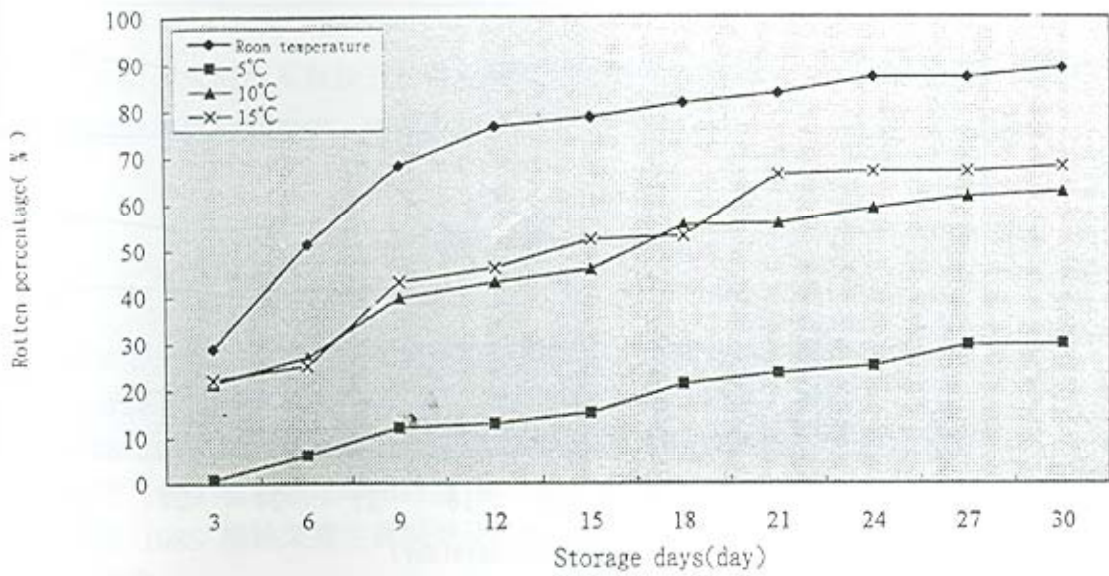
(二) 不同成熟度果實催色時間之探討：

依據金柑不同成熟階段，選擇晴天的氣候於 12 月中旬赴礁溪、員山兩地主要產區調查及採收屬於第三期花之 6-7 分成熟果實及 7-8 分成熟果實各 300 公斤，立即運回進行催色處理。為改善加工原料品質，本場亦曾於 82 年進行 6-7 分熟果實催色處理，乙烯濃度 1200ppm 在 28-30 溫度下經 30 小時完成催色，發現溫度高催色加快，但果實腐爛率也高，且農民採收時 7-8 分熟果實所佔比率亦多，有必要繼續擴大不同熟度果實之催色與貯藏力探討。因此，本試驗進行催色時將乙烯釋放時間調慢，催色時間略為加長，催色效果相同，但貯藏期間之腐爛率則降低，其做法如下：利用乙烯發生器，在恆溫庫中以自動控制定時器間斷控制乙烯噴出時間，每 35-60 秒之間釋放 1 次，濃度 1200ppm，催色溫度維持在 26-27 之間。

經試驗結果，6-7 分熟果實經 70 小時可達完全催色效果，7-8 分熟果實則僅需 39 小時催色完成，催色後立即送交加工廠加工製作成品，加工後成品外觀色澤均勻漂亮，類似 8 分熟之鮮果，表皮色澤金黃色，無暗褐色現象，口感風味品嚐與成熟果實無差異，有無催色不易區別，由於著色均勻，可朝低糖產品發展，真正符合健康食品之需求，對提高商品價值有顯著之改善效果。

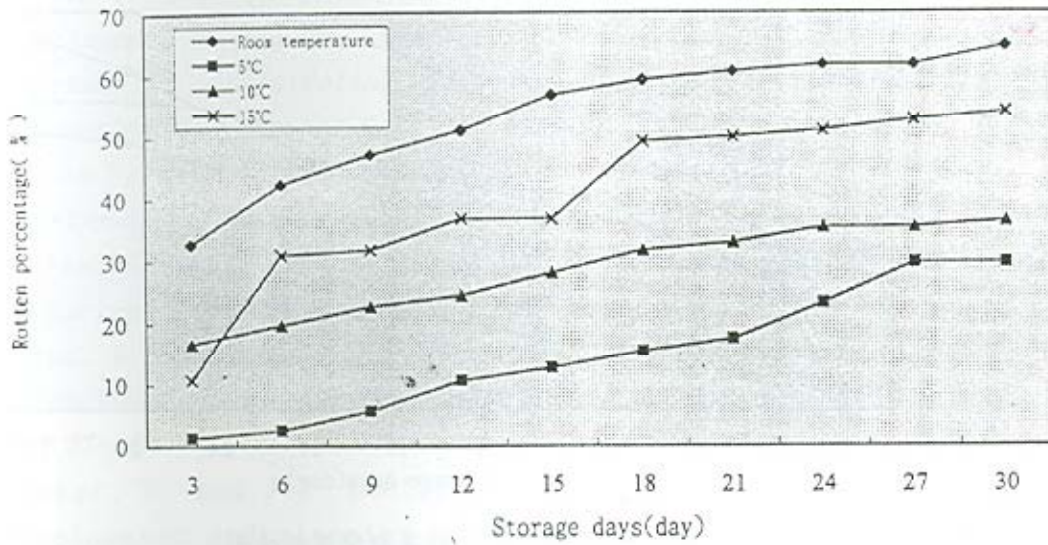
(三) 不同貯藏溫度對催色與不催色果實腐爛之影響：

金柑催色後，如短時間內無法加工處理完成，則應設法加以低溫貯藏，以減少果實腐爛。因金柑 6-7 分或 7-8 分熟之鮮果經催色加溫後轉色，相當於成熟度增加，且果實內部溫度升高，如任意放置於室溫下容易腐爛。本試驗同時進行金柑催色後與不經催色之果實分別貯藏於 5、10、15 及室溫下，每隔 3 天調查果實腐爛率，經調查催色後不論 6-7 分熟或 7-8 分熟之果實均以室溫下的腐爛率最高，貯藏 30 天後分別高達 89.2 及 64.5% 之腐果率，而以 5 低溫下貯藏之腐爛率較低，不論 6-7 分熟或 7-8 分熟催色後貯藏 2 週之腐爛率為 12-14% 之間，貯藏 4 週後之腐爛率則分別為 29.8 度 29.6%，而 10 及 15 下貯藏對 6-7 分熟及 7-8 分熟之催色後金柑果實之腐爛率亦呈偏高現象，不適合於催色後之金柑貯藏溫度。而未催色之金柑果實則以 6-7 分熟比 7-8 分熟果實之耐貯能力要強，其中尤以 6-7 分熟果實貯藏於 5 下經 3 週之腐爛率僅 2.3% 最低。其次，為 10 貯藏 3 週之腐爛率為 6.8%。詳如圖 1-4 所示。



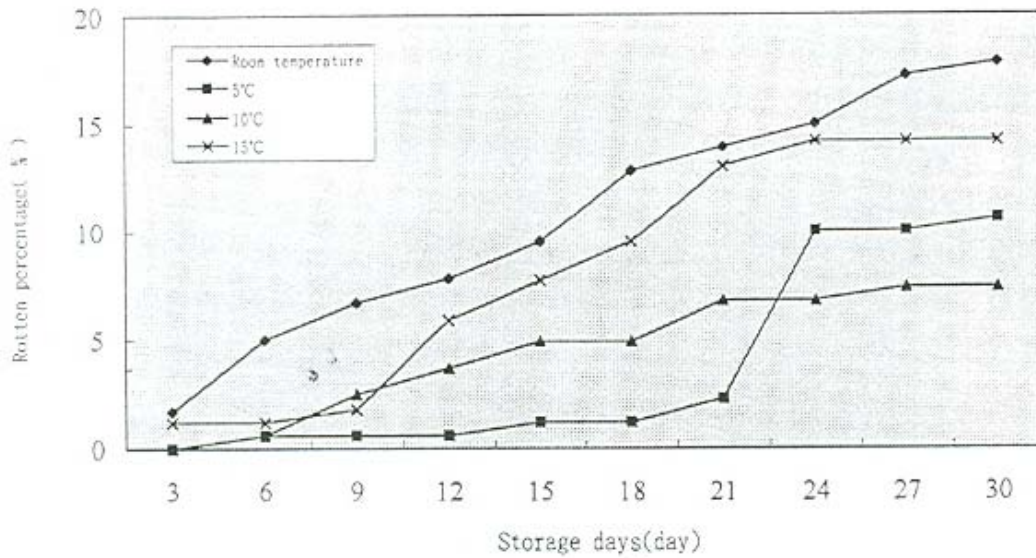
圖一：6~7分熟果實催色後貯藏期間腐爛情形

Fig. 1 Change in fruit rotten percentage during storage after degreening of 60-70% riping fruit of Kumquat.

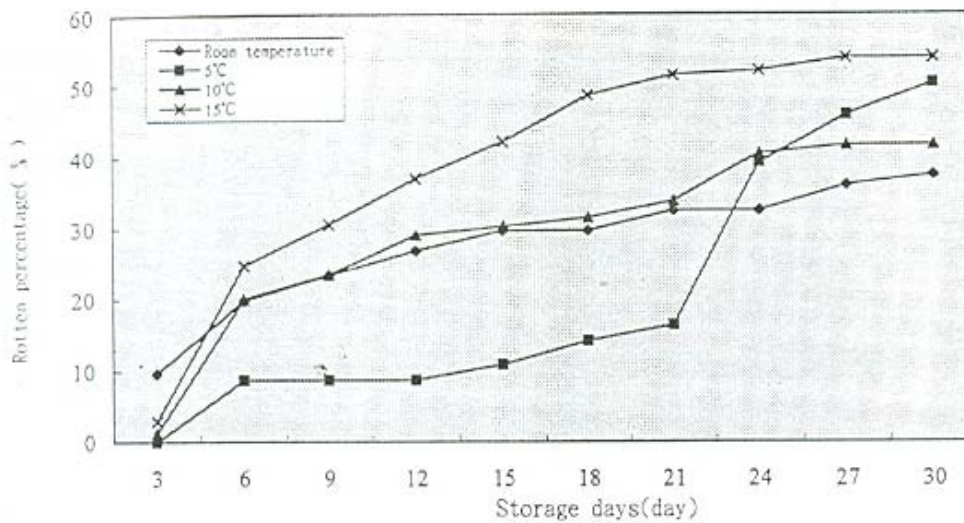


圖二：7~8分熟果實催色後貯藏期間腐爛情形

Fig. 2 Change in fruit rotten percentage during storage after degreening of 70-80% riping fruit of Kumquat.



圖三:6~7分熟果實未催色貯藏期間腐爛情形
 Fig. 3 Change in fruit rotten percentage during storage after nondegreening of 60-70% riping fruit of Kumquat.



圖四:7~8分熟果實未催色貯藏期間腐爛情形
 Fig. 4 Change in fruit rotten percentage during storage after nondegreening of 70-80% riping fruit of Kumquat.

誌謝

本文承台大園藝系教授王自存老師惠予指導及本分場同仁丁助理文彥、曾麗卿、林淑敏兩位小姐協助完成，謹此致謝。

參考文獻

1. 劉富文著 1992 園產品採後處理及貯藏技術 台灣省青果運運銷合作社印行。
2. 賴以修譯著 1978 蔬菜發育生理與栽培技術 復漢出版社發行。

- 3.蔡龍銘 1986 獼猴桃果實發育期間之生理變化 中國園藝 32 (1) : 25-33。
- 4.湛克終 1969 柑桔栽培學第四版國立編譯館主編 中正書局 台北。
- 5.謝慶昌 1985 楊桃果實生長調查及採收後處理之研究 國立台灣大學園藝學研究所碩士論文。
- 6.台灣農業年報 199 5 台灣省政府農林廳編印 pp104-139。
- 7.台灣農家要覽(上) 1980 台灣農家要覽策劃委員會編輯委員會編印 p662
- 8.Hashinaga, F. and S. Itoo. 1985. Effect of ethephon on the maturity of Meiwa Kumquat. Bulletin, Faculty of Agriculture Kagoshima University. 35 : 43-47.
- 9.Hashinaga, F. and S. Itoo. 1990. Volatile compounds in Kumquat (*Fortunella crassifolia*) and ponkan (*Citrus reticulata*) fruits during maturation and storage with and without ethephon treatment. Bulletin of the Faculty of Agriculture-Kagoshima University. 40 : 43-48.
- 10.Huyskens, S., R. Timberg and J. Gross. 1995. Pigment and plastid ultrastructural changes in kumquat(*Fortunella margarita*) "Nagami" during ripening. Jour. Of Plant Physiol. 118 (1) : 61-72.
- 11.Luton, M. T. and P. J. C. Hamer. 1983. Predicating the optimum harvest dates for apples using temperature and full-bloom records. J. Hort. Sci. 58 : 37-44.
- 12.Lester, E. and J. R. Dunlap. 1985. Physiological changes during development and ripening of 'Perlita' muskmelon fruits. Scientia Hortic. 26:323-331.
- 13.Ryugo, K. 1988. Fruit culture: its sciencel and art. John Wiley & Sons, New York. P.116.