

# 促進富有甜柿果實著色之管理

劉雲聰

苗栗區農業改良場

## 摘 要

富有甜柿產業在台灣地區仍屬於新興產業，由於產地分佈與管理水準的歧異度高，所生產之果實品質與著色差異亦高。然而，消費者習以柿果果皮著色為評定品質高低與決定購買與否之重要指標，因此果農莫不以生產「大、紅、甜」之優質富有柿果品為經營目標。基於如此，本文分別整理柿果類胡蘿蔔素的生成及影響柿果著色之因素等方面之基礎知識，並介紹有關日本對柿果著色品質提升相關之措施，以供作栽培管理之參考，期能有助於栽培者對富有柿果實著色基礎的認識，並藉以提升富有柿果實品質，進而強化甜柿產業之競爭力。

決定富有柿果實著色品質之關鍵因素為番茄紅素之含量，由於柿果中番茄紅素之生合成除受到樹體貯存養分多寡、修剪強度、授粉與否及疏蕾、疏果強度的影響，在果實發育過程亦會受到光度、光質、溫度、成熟度與果園管理水準之影響。基於如此，如欲提高果實著色品質，就必須在番茄紅素生合成過程著手強化管理措施，才能促使番茄紅素順利形成。

- 一、促使葉片合成與蓄積多量的白氨酸：如合理施用氮肥、施用含白氨酸液肥。
- 二、提高葉片內白氨酸轉化成番茄紅色素前驅物之效率：增加葉果比、花後與花後 10 日噴施，88ppm 之 mepycoatchulolyde。
- 三、提高葉片內白氨酸轉換過程中番茄紅色素前驅物的生成量：著色準備期(8 月)噴施 Figaron 20%乳劑 5000 倍~8000 倍。
- 四、促使由葉部流轉入果實內的番茄紅色素之前驅物量增加：使用高透

光率套袋、轉色期(9月)噴施 100~300ppm 之天然型離層酸(S+ABA)。

五、促使果實中番茄紅色素之前驅物生成番茄紅素的含量提高：噴施益收、成熟後期(10月)噴施 750~1200ppm CPTA。

**關鍵字：**甜柿、果實著色、番茄紅素

## 前 言

自從富有柿在台中縣和平鄉達觀村摩天嶺地區由黃清海先生試種成功後，在高利潤之誘引下，目前栽培產地正快速向外擴散中，不論低海拔或中高海拔地區，均可見富有柿之栽培。由於富有柿以山豆柿為砧木，存有嫁接不親和之問題，如管理不當，夏秋季易出現捲葉現象，因此常造成樹體衰弱、果實早熟、著色不良與品質不佳等問題產生(倪等, 1994；蔡, 1998)。

富有柿在日本以生產「大、紅、甜」之優質柿果為目標，而消費者則習以果皮色評定品質高低與決定購買意願與否之重要指標。甜柿產業在台灣地區仍屬於新興的園藝產業，產地北起亞熱帶之宜蘭大同鄉南迄熱帶之台東縣卑南鄉，海拔從 250m 到 1700m 均有富有柿園之分佈。由於產地分佈的歧異與管理水準之高低，所生產之柿果品質差異亦極高，如欲提升柿果品質宜從果皮著色著手。基於如此，本文分別整理柿果類胡蘿蔔素的生合成及影響柿果著色之因素等方面之基礎知識，並介紹有關日本對柿果著色品質提升相關之措施，以供作栽培管理之參考，期能提升栽培者對富有柿果實著色基礎知識的認識，並藉以提升富有柿果實著色品質，進而強化甜柿產業之競爭力。

### 柿果類胡蘿蔔素的生合成(biosynthesis)

果實處於幼果期，因果皮中含有大量之葉綠素(chlorophylls)，因此果皮呈現綠色，當果實發育至轉色期後，綠色逐漸消退，取而代之者為類

胡蘿蔔素(carotenoids)、或花青素(anthocyanin)色系，及至成熟後，則呈現出該品種固有之顏色(山崎等人, 1989)。柿果皮顏色主成分由類胡蘿蔔素所構成(小林, 1968)。目前已知存在於柿果之類胡蘿蔔素，依分子構造可分成二類，第一類為胡蘿蔔素類(carotene)：此類已知有 60 種不同終端基所構成，柿果已知含有  $\beta$ -胡蘿蔔素( $\beta$ -carotene)、番茄紅素(lycopene)；第二類即為葉黃素類(xanthophyll)：柿果証實含有玉米黃色素(zeaxanthin)、隱黃素(cryptoxanthin)等色素(小林, 1968；伊藤, 1993)。富有柿果實成熟時，果皮呈紅色，顏色深淺與番茄紅素含量多寡有關(松村, 1992)；亦與糖含量有關(文室, 1978)，因此深紅者為高品質之表徵。柿果依品種與成熟度不同，果皮顏色大致在橙黃、橙紅至深紅色範圍內(松村, 1992)；含有番茄紅素者，如富有、次郎、花御所、前川次郎、松本早生富有、伊豆、新秋、駿河、西村早生等，在成熟後果皮大都呈現橙紅或深紅色；其它品種果皮色為黃色、橙黃色者，如平核無，則幾乎不含番茄紅素(牛島等, 1998)。

當柿果發育至轉色期前約一個月(八月下旬)時，摘取果實置於室溫下，經一段時間，即能轉成黃色。在此期間以 20ppm 之益收(ethrel)處理平核無果實，具有促進果皮著色之效。富有與平核無柿果中內生乙烯生成量在轉色前亦有升高之現象。富有柿在幼果期呼吸率會下降，其後在到 10 月上旬雖略有上揚，但仍保持相當平穩狀態。及至 11 月中旬又會有些上揚，在 10 月中旬至 11 月上旬間，呼吸熵(RQ= $\text{CO}_2/\text{O}_2$ )大致維持在 2.0 以上。乙烯則在 10 月中旬後，才明顯產生，在 10 月下旬達到最高量，其後誘導澀味之脫除，約在 11 月初乙烯峰消失後，即呈現該柿果之固有風味。在此期間柿果之番茄紅素才快速呈現。亦即在接近成熟期時呼吸量、RQ 值與乙烯生成量升高後，柿果即進入成熟期(山崎等, 1981)。富有柿果實依成熟度不同，果皮著色進程在九月中旬為綠色，其後依序為淡黃綠色、微綠黃色、黃色、橙黃色，至完熟期則為紅橙色(松村, 1992)。

如以 Horticulture color chart(以下簡稱 H. C. C.)表示，從表 1 可知，富有柿果皮色在橙黃色(10 級)以下者，果皮中番茄紅素幾乎很少存在，主要色素組成爲 $\beta$ -胡蘿蔔素、玉米黃色素、隱黃素等色素(中村, 1971)。

表 1. 不同著色指數之富有柿果皮中類胡蘿蔔素組成含量(中條, 1971)

Table 1. The effect of skin color on the carotenoids content of 'Fuyu' kaki Fruit.

顏色 color	果皮色指數 skin color (H.C.C)	$\beta$ -胡蘿蔔素 $\beta$ -carotene (mg/100g)	茄紅素 lycopene (mg/100g)	隱黃素 cryptoxanthin (mg/100g)	玉米黃色素 zeaxanthin (mg/100g)	合計 total (mg/100g)
黃色	8	1.46	0	3.73	2.78	9.40
橙黃色	10	2.11	微量	5.91	3.29	12.60
淡紅橙色	11	2.21	0.72	6.12	3.71	15.04
紅橙色	12	2.36	0.99	7.23	4.61	17.40
深紅色	14	2.51	4.42	14.39	7.91	31.71

註：果皮色指數以Horticulture color chart判別；色素含量單位為mg/100g鮮重。

富有柿果皮色在九月起逐漸由青綠轉入黃色、橙黃約到 10 月中旬以後，即轉為橙紅與深紅色。在果實轉色過程中，果皮的呈色主要是由葉綠素之分解與類胡蘿蔔素之生合成所調控，在葉綠素漸次崩解之同時，類胡蘿蔔素隨之取代。然而，類胡蘿蔔素之生合成是由下列六個階段所構成(Bramley, 1985)：

1. 甲羥戊酸(mevalonic acid；縮寫 M V A)的形成。
2. 3,7-二甲基辛二烯-2,6-焦磷酸(geranyl pyrophosphate)的形成。
3. 8 氫番茄紅素(phytoene)的形成。
4. 8 氫番茄紅素的降飽和(desaturation)。
5. 環化(cyclization)
6. 胡蘿蔔醇(xanthophylls)的形成

3、4、5 階段是決定類胡蘿蔔素生成種類之關鍵階段。在生合成路徑中會受到植物荷爾蒙(phytohormones)、光(light)、溫度(temperature)、肥料(fertilizers)、農藥(pesticides)，以及其它不明因素(miscellaneous)等之

影響而改變(Gross., 1991)。

柿果實果皮所呈現之紅色是由番茄紅素所呈現。果皮中番茄紅素之生合成會受到光度、成熟期與溫度之影響(中條, 1980)。番茄之番茄紅素形成之最適溫度為 16~21°C，如氣溫高於 30°C 時，則不利於番茄紅素之生成。從圖 1.可知，苗栗地區富有柿果實著色品質在海拔 900m 果園優於 400m 果園，即因其在果實成熟期能滿足前述適溫條件之故(劉, 2000)。採離之果實如在 32~38°C 之高溫下，果皮會變為黃色；如果將其返回 20~24°C 下存放，則能回復正常著色(Went 等人, 1942)。然而，富有柿在果實進入轉色期後如溫度能維持在 15~20°C 之間，有助於番茄紅素之生合成；如氣溫高於 30°C 時，番茄紅色亦幾乎無法生成，如其果實在 10 月 25 日前採收者，置於 10~25°C 下存放，番茄紅素可小幅增加；然而，在 11 月 5 日後採收者，於 10~15°C 下置放，番茄紅素含量則可大幅增加(松村, 1992)。

番茄紅素的前趨物質為 6 氫番茄紅素(phytofluene)，而氨基酸中之白氨酸(亮氨酸；lysine； $H_2NCH_2CH_2CH_2CH_2-$ )是構成分子的基本單元。6 氫番茄紅素在葉部形成，大約有 10%左右含量會流轉到果實，再經生化作用合成番茄紅素，基於如此，如欲提高果實番茄紅素的含量，就必須在不同生育期朝下列四個生合成階段著手，使番茄紅素能順利形成(松村, 1992)：

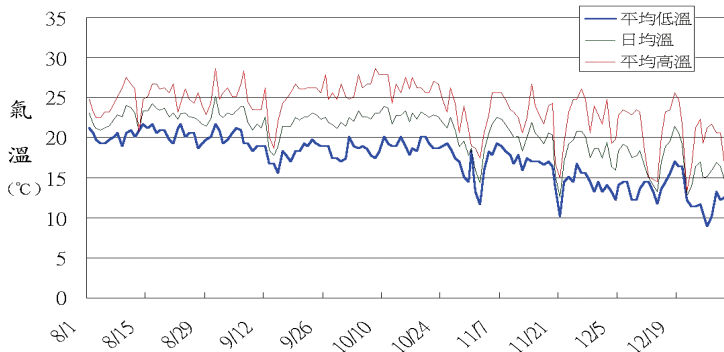


圖 89年苗栗大湖鄉馬拉邦山區(900 m)8 - 12月氣溫

- 1.使葉中合成多量的白氨酸，並且使其蓄積量提高。
- 2.提高葉中白氨酸轉化成 6 氫番茄紅素之效率。
- 3.儘量促使 6 氫番茄紅素流轉到果實之含量提高。
- 4.使果實內 6 氫番茄紅素含量全部轉化為茄紅素。

果實中 6 氫番茄紅素轉變為番茄紅素，係受到二個條件的影響，即(1)在 10°C 可以刺激番茄紅素的生成及(2)在 15~20°C 間可以使番茄紅素酵素的活化。由此可知，只要具有此二要因存在，即可使果實與葉片順利轉紅。但是如只有(1)之條件存在，果實與葉片並不會轉紅。也就是說，果實與葉片必須遭遇到短期的低溫，才能誘起酵素的轉換，之後，則須維持在稍高的氣溫(15~20°C)，則能促進果實的著色；但如其後溫度高過 25°C 以上時，則會抑制酵素的活性，因此，並無法促進番茄紅素的生成(松村, 1992)。

## 影響柿果著色之因素

### 一、品種特性與果實形質的影響

柿果果皮之呈色會受品種特性影響，一般果皮呈現朱紅色者，均含有多量之番茄紅素。如富有、次郎、伊豆、甲州百目、四溝柿、會津身不知、堂上峰屋、大磨盤、新秋等。而果皮呈黃色、橙黃色等，或果皮指數 H. C. C. 在 10 以下者，均不含番茄紅素例如平核無、愛宕、大和等品種即是(牛島等, 1998)；果色指數(H.C.C.)在 10 以下者，亦不含番茄紅素(中村等, 1994)。另單為結果力弱、種子形成力較強之品種如富有、松本早生富有、次郎、甘百目等種子數多寡，會影響著色；如前川次郎經授粉，可使其種子含量增加，或形成不完全種子者，均較無種子者可提高果皮著色度。從表 2 可知，糖度、果重亦可隨種子數增加而提高；但相對的亦會增加果頂裂化之風險(長谷川, 1990)。成熟度亦與著色呈正相關，從表 3 可知，同等級富有柿果實的著色(a 值)與可溶性固形分含量亦隨成熟度增高而增加(劉, 2000)。

表2. 種子數對前川次郎柿果實著色之影響(長谷川等, 1990)

Table 2. The effect of seed number on the fruit coloration of 'MaekawaJiro' kaki

種子數 seeds (no.)	果重 fruit weight (g)	果形指數 fruit form index	頂裂寬度 top splitting (mm)	可溶性固形物 soluble solids (°Brix)	果皮色 skin color (H.C.C.)	
					近果頂部 tip	近果肩部 shulder
無種子	209.6 b	154.1 a	0.5 b	13.8 b	4.5 b <sup>x</sup>	3.7 b
一個	216.4 b	149.6 a b	3.8 b	14.2 b	4.9 b	3.9 ab
2~4 個	238.6 a	148.3 b	8.8 a	14.7 a	5.4 a	4.4 a
5~8 個	243.0 a	149.1 b	9.6 a	14.7 a	5.4 a	4.3 a

註：1987年供試樹為高知縣果樹試驗場內7年生二株有間植授粉樹採162果。

1988年供試樹為香我美町果園內20年生二株採102果；二區均採放任授粉。

表3. 富有柿不同成熟期果實品質之變化(劉, 2000)

Table 3. The maturity of fruit on the quality of 'Fuyu' kaki

採收日期 havest date	果重 fruit weight (g)	可溶性固形物 soluble solids (°Brix)	果肉硬度 fruit firmness (lb/cm <sup>2</sup> )	果皮色(a 值) skin color	
				近果頂部 tip	近果肩部 shulder
Sept.27	210.1±8.5	12.6±0.7	15.4±0.6	-8.61 f	-10.57 f
Oct.11	213.7±9.4	13.9±0.4	14.0±0.5	-5.87 e	-10.52 e
Oct.25	211.4±6.8	16.0±0.5	12.7±0.7	6.88 d	3.62 d
Nov.08	208.6±5.0	17.1±0.5	11.9±1.9	27.94 c	23.57 c
Nov.22	222.7±13.7	17.7±0.9	11.0±0.8	31.56 b	29.37 b
Dec.06	218.4±7.8	18.8±1.0	8.0±0.6	38.79 a	37.94 a

註：採樣期於9月27日至12月6日，逢機採收果重200~250g內之柿果各12果。

## 二、環境因素的影響

影響類胡蘿蔔色素形成之因素中，光是最主要之因素(耿, 1996)。在柿之樹冠外層比內層著生之果實著色程度為高(松村, 1992)。此是因光強度對果色表現影響極大之故。富有柿果於果皮綠色消退期前五日，以 30% 透光率之套袋進行遮光處理，幾不會降低果色指數(H.C.C.)，與番茄紅素

的生成，且其果色指數高低與遮光時期早晚無關。但如以 10%透光率之套袋處理時，果皮色指數僅達 7~10，果皮呈黃色(中村等, 1994)。若將透光度細分時，在 10 月 1 日至 11 月 24 日期間遮光，其透光度為 5.5% 與 10%者，果實亦全無紅色呈現；分析色素成分，僅含少量番茄紅素，大部分色素為玉米黃色素、隱黃素及  $\beta$ -胡蘿蔔素。富有柿，在樹冠上著生之果實，如以套袋遮光，使受到之光照量近於全光照之 30%時，果皮著色度與茄紅素含量即可與無遮光者相當(中村等, 1971)。富有柿於 5~7 月與 8 月初至 10 月中，以黑色粗棉布遮閉 60%光線，對果重、著色度與糖度的降低程度高於 10 月後期至 12 月遮光區(Yakushiji 等人, 1997)。此種現象顯示，光與柿果著色度有密切關係存在(中村等, 1994)。

表4. 不同透光度套袋對富有柿果皮中類胡蘿蔔素組成含量之影響(中條等, 1971)

Table 4. The effect of transparency of packing bags on the carotenoids content of 'Fuyu' kaki fruit.

透光度 transparency (%)	果皮色 skin color (H.C.C.)	$\beta$ -胡蘿蔔素 $\beta$ -carotene (mg/100g)	茄紅素 lycopene (mg/100g)	隱黃素 cryptoxanthin (mg/100g)	玉米黃色素 zeaxanthin (mg/100g)	合計 total (mg/100g)
5.5	9	2.03	0.12	5.69	2.32	10.15
10.0	10	2.21	0.34	9.15	4.39	16.08
15.5	12	7.32	1.61	10.04	6.11	25.08
25.5	13	7.50	3.71	12.02	7.29	30.52
無處理	13	6.63	5.56	13.25	8.08	33.62

註：果皮色指數以Horticulture color chart(H.C.C)判別；色素含量單位mg/100g鮮重。

處理期間：10月1日至11月24日進行遮光處理。



表5. 不同透光度紙質套袋對富有柿果著色之影響(劉, 2000)

Table 5. The effect of transparency of packing bags on the skin color of 'Fuyu' kaki.

處理別 treatment	果重 fruit weight (g)	可溶性固形物 soluble solids (°Brix)	果肉硬度 firmness (lb/cm <sup>2</sup> )	果皮色(a 值)	
				skin color(a value)	
				近果頂部 tip	近果肩部 shulder
白色單層 W S	222.8±20.2	17.7±0.9	11.2±0.6	29.37 a	31.56 a
褐色單層 B S	227.0±17.3	17.5±1.0	11.3±1.0	23.44 b	29.80 b
褐色雙層 B D	218.4±7.8	18.8±1.0	11.7±0.5	21.69 b	26.88 b

註：套袋：1999年8月25日。採收：1999年11月22日。逢機採取12果供試。

W S：White with single layer；B S：Brown with single layer

B D：Brown with double layer

光之所以有助於色素含量之增加，一方面其能促進葉片之光合成能力，使更多的糖分能流入果實內；另一方面，光可能直接誘發色素的形成，蘋果需在直射光之條件下著色；而一些櫻桃、李、葡萄之品種，可在漫射光下著色；但對光線要求不嚴的果實，若使日照充足，亦可促進著色。由此可知，果實著色之所以對光線需求量不同，是與色素形成難易有關(耿, 1996)。

除光強度外，光質對果色表現影響亦頗大，在光譜中長波長光區，可提供植物光合成能量，而短波長光區則對果實著色具有促進效果(松村, 1992)。富有柿果實於8月中旬以可遮斷大部分波長在700nm以上之膜材(film)製成之套袋包覆果實，對果實著色抑制效果最高；可遮斷400nm以下波長之套袋次之；其次才是可遮斷500~600nm與240~360nm之套袋，而以500~550nm之膜材所製成之套袋對果實著色之抑制效果最低(松村, 1992)。表5中亦可知，套袋透光率高低亦會影響柿果著色，在海拔900m之柿園以透光率高之白色單層套袋保護果實，採收時，其果皮之a值高於褐色單層或雙層套袋保護之果實(劉, 2000)。換句話說，紅外

線與紫外線對柿果著色具有促進效果。紫外線促進果著色之機制，在於可誘發乙烯之產生，如用紫外線照射 15 分鐘，乙烯發生量為對照之 25 倍(耿, 1996)。

由於高山地區紫外線量較平地多，且溫差亦較大，因此一般山區生產之果實著色優於平地；由表 6 可知，海拔較高之柿園所生產之富有果實之著色度亦較低海拔者佳(劉, 2000)。然而，緯度差異亦有相同之結果，在日本南端九州之鹿兒島與本州之新瀉縣間，9~11 月氣溫在 17°C 附近之新瀉產地，富有柿果皮中所含之番茄紅素量較高(中條, 1982)。就園地而言，平坦地的旱地與山坡地果園所生產之柿果，其著色度亦高於水田轉作地(松永, 1982)。另外，在九月以後，以吸水聚合體將土壤水分含量控制在 25%，因土壤水分較無處理之 22% 為高，導致根部無法獲得充足之氧氣，使樹體遭受逆境(stress)，因此會抑制果實著色。然而，在色素生合成之過程，如果缺乏氧氣之供應，會使光合成與色素反應中止之故。相對的，亦會使 6 氫番茄紅素與番茄紅素的合成量降低(松村, 1992)。

表6. ‘富有’柿在苗栗地區不同海拔之品質比較(劉, 2000)

Table 6. The effect of elevation on the fruit quality of ‘Fuyu’ kaki in Miao Li .

海拔高度 elevation (m)	果 重 fruit weight (g)	可溶性固形物 soluble solids (°Brix)	果肉硬度 fruit firmness (lb/cm <sup>2</sup> )	果皮色(a 值) skin color(a value)	
				近果頂部 tip	近果肩部 shulder
400m	229.2±12.2	15.4±0.6	12.5±1.5	13.35 c	11.22 c
650m	227.0±22.8	16.5±0.8	8.0±2.5	24.29 b	19.66 b
900m	218.4±7.8	18.8±1.0	8.0±0.6	38.79 a	37.94 a

註：400m區於1999年10月31日採收；650m區於10月25日採收；900m區於12月06日採收。

每區依方位、逢機採取12果供試。

溫度亦是影響柿果著色之重要環境因素。適當低溫，能加速葉綠素的分解和誘導類胡蘿蔔素的形成，增加類胡蘿蔔素之含量，故能提高果實著色程度。此可能是低溫抑制了蛋白質的合成，進而促進類胡蘿蔔素

的形成有關。類胡蘿蔔素中番茄紅素之合成，最適溫為 16~21°C，例如富有柿在果實進入轉色期後，氣溫維持在 15~20°C 之間，有助於番茄紅素之生合成；如氣溫高於 30°C 時，番茄紅色亦幾乎無法生成(松村, 1992)。富有盆栽在年均溫 15、20°C 者，有利於果實著色；在 25°C 以上者，果實著色不良；果實在 11 月 5 日後採收者，置於 10~15°C 下，番茄紅素含量較高；如早於此時採收者，存放在 20~25°C 下，促進著色效果較佳(中村, 1991)。在溫室栽培之西村早生將其根溫控制在 20°C 者，較無處理之果實著色程度較高(松村等, 1994)。當果實在 9 月 20 日起將果實周遭氣溫控制在 22°C 時，其著色度亦較 14°C 與 30°C 區高(鄭等, 1988)。此是因低溫所致，特別是夜間低溫可降低呼吸強度，增加果實中糖分的累積。在一定溫度範圍內，夜間溫度愈低，晝夜溫差愈大，類胡蘿蔔素的積累愈明顯。溫室栽培者在 10 月中旬後，如其夜溫只較外界氣溫低 1~2°C，果實紅色的呈現，會約晚 2~3 日才展色完全。‘西村早生’柿在 8 月至收穫期中，夜溫維持在 15°C，白天最高氣溫在 29~35°C 時，果實著色期會較無處理者，延後 10 日以上(松村, 1992)。

綜合以上結果係因氣溫在 14°C 以下，番茄紅素合成酵素的活性受阻，因而抑制了果皮中茄紅素的形成；如果溫在 30°C 下，因 GAs 含量仍偏高，因此葉綠素含量亦高；故在 30°C 以上或 14°C 時，色素形成受到阻礙(鄭等, 1988)。此亦即高海拔與高緯度地區早、中熟品種果實著色良好，而晚熟種不能充分著色之原因；而亞熱帶地區的台灣，在低海拔栽培之富有與次郎著色不良，亦是受限於成熟期氣溫偏高之故。

### 三、樹體內在因素之影響

經由疏蕾可提高葉果比，花器可從樹體貯存養分中獲得充足的供應，有利於細胞的分裂而增加細胞數。一般果實愈大積貯力(sink)愈強，光合成產物流轉進入果實亦較為順暢。相對的由白氨酸轉化生成的 6 氫番茄紅素亦蓄積較多，因此番茄紅素的形成量亦較果粒小者多，故果粒

大者，果皮轉紅的程度較深(松村, 1992)。由表 7 可知，柿果內糖分含量會受到光照條件影響，前川次郎樹冠上層不論內、外層之上半部果實因受光量較下半部高，果實糖度亦較高(長谷川等, 1988)；富有柿與平核無柿藉由鋪設反光塑膠布，可提高光照量，同時亦可提高糖度(日野等, 1983)；類胡蘿蔔素為糖類的代謝產物，而糖又是類胡蘿蔔素形成配醣體所必需之成分，西村早生柿之果皮著色度，與糖度之間有高度正相關(松永, 1982)。

表 7. 授粉對前川次郎柿果實著色與果實品質之影響(長谷川等 1988)

Table 7. The effect of pollination on the skin color and fruit quality of 'MaekawaJiro' kaki

調查別 treatment		果重 fruit weight (g)	種子數 seed (no.)	頂裂寬度 top splitting (mm)	可溶性固形物 soluble solids (°Brix)	果頂部果皮色 top skin color (H.C.C.) (a value)	
正常 果 區	授粉下部	225.5 a	3.2 b	9.3 a	14.8 a	5.0 a	8.91 a
	授粉上部	214.4 a b	2.8 b	8.1 a	14.8 a	5.1 a	9.05 a
	無授粉上部	202.4 a	0.0	0.0	14.4 a	3.6 a	6.64 a
	無授粉下部	201.6 a	0.0	0.0	14.0 ab	3.5 a	7.17 a
遲 花 果 區	授粉上部	193.8 b	5.1 a	6.4 a	14.7 a	3.8 a	7.69 a
	授粉下部	198.7 b	5.3 a	9.4 a	15.0 a	4.3 a	9.15 a
	無授粉下部	182.0 a	0.0	2.0 a	13.5 a	3.5 a	5.97 a

註：供試樹二區各二及五株；遲花區約較正花期晚10日開放；授粉採人工授粉；樹冠上下部；以樹高1/2為分界；每區在二株隨機選取10枝結果母枝於11月2日採收果實。

刀根早生 100 公升之盆栽柿樹在 7、9 月施入 160g 硫酸銨較 7 月施入者，其果頂部著色指數(H.C.C.)可由 4.1 提升至 5.2(川尾等, 1994)。富有柿於 10 月中旬施用 5kg/10a 氮肥，較 15kg/10a 者，其果實著色度雖較高，但果頂易軟化，在兼顧著色與果實品質下，應以 15kg/10a 者較宜；而 20kg/10a 區果實著色度較差。此亦即氮肥施用量極度降低，有助於柿

果皮顏色轉紅，但氮肥偏高則不利果實著色(松村, 1993)。氮肥略偏低者，可 9 月採葉面施肥法噴施 500 倍之尿素，即可解決果頂軟化之問題(新川等, 1992)。日本靜岡縣柑桔試驗場落葉果樹分場之報告指出，葉片中氮素含量在 1.7~1.8%之較低標準者，其果實著色與糖度有較高之趨勢(中村, 1991)。礦物元素的種類及含量對蘋果著色影響較大，例如氮素過多，紅色變淡；瑪尼斯求算芹川蘋果的果實葉片含氮量每增加 1%，著色率下降 51.6%(耿, 1996)。

氮素過多對果實著色的影響是多方面的：第一、樹體內氮素過多，有利果皮中葉綠素形成，並使其分解消失延遲；第二、促進枝條生長，增加有機物質消耗，減少糖向果內轉移；第三、枝葉繁茂，光照條件惡化；第四、細胞中氮素增加，可促進氮的代謝朝氨基酸、蛋白質的轉化路徑進行，如此會降低果實中糖分的積累；第五、蛋白質合成增多，使原生質靠邊期延後，影響液泡正常形成，妨礙糖分的蓄積。鉀對著色有良好效應，這除它與糖的合成運轉有關外，鉀對氮的吸收亦有某一程度的拮抗作用。在紅色蘋果上進行肥料試驗，無鉀區幾乎都不著色(耿, 1996)。

植物荷爾蒙(phytohormones)在植物不同生育過程中，具有抑制與促進之功用。其中生長素(auxins)、激勃素(gibberellins)、與細胞分裂素(cytokinin)等對葉綠素代謝作用，具有遲延效果；而乙烯(ethylene)與離層酸(abscisic acid)則對果實成熟(ripening)與老化或葉片老化(senescence)，具有促進作用(Gross, 1991)。

柿果實內 cytokinin 活性在開花期、6 月下旬及 8 月下旬均處於高活性期，而在成熟期含量極低。富有柿在轉色期後，果實溫度 30°C 者較 22 與 14°C 之果皮葉綠素含量高，且其 GA<sub>3</sub> 含量亦較高，故其果皮色偏低(鄭等, 1988)。柿果實內 cytokinin 活性在開花期、6 月下旬及 8 月下旬均處於高活性期，而在成熟期含量極低。前川次郎柿種子之存在，有助於果

實著色，而種子有無含有乙烯或 ABA 間有否相關，則有待日後加以證明(長谷川等, 1990)。

富有柿與平核無柿果實中內生乙烯生成量在轉色前亦有升高之現象。富有柿在幼果期呼吸率會下降，其後在到 10 月上旬雖略有上揚，但仍保持相當平穩狀態。及至 11 月中旬又會有些上揚，在 10 月中旬至 11 月上旬間，呼吸熵( $RQ=CO_2/O_2$ )大致維持在 2.0 以上。乙烯則在 10 月中旬後，才明顯產生，在 10 月下旬達到最高量，其後誘導澀味之脫除，約在 11 月初乙烯峰消失後，即呈現該柿果之固有風味。在此期間柿果之番茄紅素才快速呈現。亦即在接近成熟期時呼吸量、RQ 值與乙烯生成量升高後，柿果即進入成熟期(山崎等, 1981)。乙烯對果皮色素的發育，具有如下所述一系列良好的生理效應：

第一：能改變細胞膜之透性，可使糖分易於進入原生質中，進一步激活戊糖代謝，因而有利於色素之形成。

第二：誘導苯丙氨酸解氨酵素(PDL)的活性，且能阻止戊糖代謝中形成的苯丙酮酸，而不致與氨結合成苯丙氨酸，進而向形成蛋白質方向發展；如此有利於朝著花青素、類胡蘿蔔素合成方向進行。

第三：促進葉綠素之消失。富士蘋果隨果實發育果皮逐漸失綠，紅色逐漸增加。此種情形下，花青素與葉綠素含量，兩者成明顯之負相關(趙等, 1992)。

另外，紫外線多的高山地區，在果實發育進入轉色期前，適當的低溫與較大溫差，有利於乙烯的生成，因此山區果實著色優於平地。裂蒂的富有柿果，於裂開處較早著色，且果肉易軟化，是因受傷乙烯產生之故。如果實成熟前噴施益收(ethrel)，能促進柿果成熟與著色(岩堀等, 1970)；這些均說明乙烯是促進果實著色之重要荷爾蒙之一。

## 柿果著色品質提升之措施

### 一、含氮物質調控的措施

水田轉作田之土壤中含有多量的無機氮素(松永, 1982), 會限制葉片合成白氨酸, 因此不利於果皮著色。基於如此, 可採土壤灌施或葉片噴施含白氨酸之液肥, 以提高葉內之含量, 或先著手調整施肥方法, 諸如施肥量或施肥時期的調整, 或可將 Figaron 乳劑撒佈於根部, 以抑制根部的伸長等, 此等方法均有助於提高葉內白氨酸的含量(川尾等, 1994; 新川等, 1992)。

刀根早生盆栽柿樹在 7、9 月在 100 公升栽培土中施入 160g 硫酸銨者, 其果皮色較 7 月施入者為高, 其果頂部著色指數(H.C.C.)可由 4.1 提升至 5.2(川尾等, 1994)。富有柿於 10 月中旬施用 5kg/10a 氮肥, 較 15kg/10a 者, 其果實著色度雖較高, 但果頂易軟化, 在兼顧著色與果實品質下, 應以 15kg/10a 者較宜, 而 20kg/10a 區果實著色度較差。亦即氮肥施用量極度降低, 有助於柿果皮顏色轉紅, 但氮肥偏高則不利果實著色(松村, 1992)。氮肥略偏低者, 可在 9 月採葉面施肥法噴施 500 倍之尿素者, 其效果較 10、11 月噴施者為佳, 除可提升果實著色度外, 亦可解決果頂軟化之問題(松村, 1992)。刀根早生柿於 7 月施用氮肥均會降低果實著色(川尾等, 1994)。另, 在 4 月 26 日每盆灌施 500 倍稀釋液 1 公升, 再於 5 月 24 日及 6 月 21 日以 1000 倍稀釋液各灌施 1 公升含有白氨酸之液肥, 可使富有柿果著色度由 5.2 升高至 6.0(松村, 1992)。露地栽培之富有柿於 5 月 10 日及 5 月 20 日以 1000 倍稀釋液, 採葉面噴施法, 每株噴 40 公升, 亦可使果實著色指數(H.C.C.)由 6.2 提升到 7.4(松村, 1992)。以上二種含白氨酸液肥均具有提升果實著色之效。

### 二、物理性栽培措施之利用

疏蕾對白氨酸的蓄積並無直接關係, 但可使選留下之花蕾獲得充足養分, 有利於花器的發育, 而能提升果實重量。由於果粒大者積儲力(sink)

較強，從葉片合成的養分流轉進入果實亦較為順暢，相對的由白氨酸轉化生成的 6 氫番茄紅素量，亦蓄積較多，故番茄紅素的含量，亦較果粒小者多。因此果皮著色較高(松村, 1992)。西村早生柿在滿開 20 日後，將側枝環狀剝皮 10mm，或採鐵絲紮束處理，可促使光合成物質流入果實內，有利於果實發育，故可提高果實糖度與著色度，並可提早採收(長谷川等, 1989)。

以 20W 紅色的螢光燈之電照方式，在 5 月至 11 月於日落後至日出間進行夜間光照處理，以提高柿果光照時數，可提高果實著色程度。但同樣屬產量持平之年份因第二年之光照條件較佳，夜間電照處理卻對果實的著色有抑制作用。由此可以推測白氨酸轉變為 6 氫番茄紅素與光應有一定的關係存在(松村, 1992)。然而，從 6 月或 8 月起到採收期，在平核無與富有柿園鋪上反射塑膠布(film)，可提高果實的受光量，進而可提升果實的著色度與糖度(日野等, 1983)。此是由於光源會影響葉內由白氨酸轉換成 6 氫番茄紅素的生合成過程，其合成效率會受到光的刺激；必需的光能量；亦即必須有短波長光的刺激，才能使色素合成過程順利進行。因此日照量較多的果實，其番茄紅素的生成量較多，故紅色呈色較佳，其中短波長之光能較長波長光線能促進果實著色(松村, 1992)。

### 三、藥劑對柿果著色的調控措施

#### (一)植物生長調節劑對果實著色之影響

Ethrel 是 ethyphon 的商品名，其在偏鹼性下，可產生乙烯，故為植物生長調節劑之一種。因具有促進成熟、著色、離層形成等功用，常被應用在葡萄、蘋果、日本梨、櫻桃、無花果、柑桔等成熟促進、著色促進等方面(山崎等, 1989)。柿果在開始著色後，富有柿在 10 月上、中旬以 75ppm，平核無柿在滿開 70~80 日以 50~75ppm 之益收(ethrel)溶液噴施對促進柿果之著色與成熟有效，採用此處理可提早採收期 15~25 日，但相對的會增加裂蒂與果頂軟化之比例(平田等, 1970；岩嶮等, 1970)。富有



柿以乙烯豐(ethyphon)50ppm，平核無柿、西條柿以 25ppm 噴施處理可提高果實著色，但採收後或脫澀後果實軟化率亦較高；為防止果頂軟化問題發生，可在 7 月下旬至 8 月上旬噴施 S.A.D.H.2000ppm，即能有效預防果頂軟化問題發生(山崎等, 1989)。噴施益收造成果實軟化之問題，是因在 10 月上、中旬處理氣溫仍偏高，果實之呼吸率較高，如將處理時期延至 11 月 21 日，雖在 10 日之櫥架期果實軟化程度與無處理相同，但對果實著色，並無提升效果(松村, 1992)。

Figaron 是 ethyclezte 的商品名，主要是供作柑桔之疏果劑、品質促進劑之用(中村等, 1994)。Ethyclezte 與 2,4-DP 一樣，同屬於具有 auxins 活性的物質，它可調控乙烯之生成及纖維素酵素的活性(山崎等, 1989)。從表 8 可知，Figaron20%乳劑在 8~9 月間以 5000 倍及 8000 倍溶液噴施全樹，可經由葉片吸收後，運移至根部，抑制氮素的吸收，因而限制了根的伸長，進而提高果實之分配率，故促進了柿果實的著色，同時亦可提高糖度、果重，但果肉硬度會降低(松村等, 1993；平井等, 1994)。

表8. 噴施20%Ethyclozate溶液對富有柿果實著色與品質的影響(平井等, 1994)。

Table 8. Effect of Ethyclozate treatment on fruit skin color and quality of 'Fuyu' kaki.

處理月份 treatment (moth.)	果實重量 fruit weight (g)	可溶性固形物 soluble solids (°Brix)	果皮色指數 skin color (H.C.C.)	硬 度 firmness (kg/cm <sup>2</sup> )	果皮色 10 日 skin color (H.C.C.)	硬度 10 日 firmness (kg/cm <sup>2</sup> )
七 月	251	17.3	8.0 b	6.0	9.5	5.0
八 月	262	17.8	7.8 b	6.1	9.7	5.1
九 月	240	16.3	7.0 b	5.8	8.5	5.2
十 月	258	17.1	8.0 b	5.9	9.7	5.0
無處理	251	16.9	5.8 a	6.0	6.8	5.0

註：26年生富有柿15株；5000X溶液於上、中旬噴施二次；噴施量300公升/10a。

11月10日一次全數採收。採後置於室溫下10日，再測果色與硬度。

## (二)其它藥劑對果實著色之影響

富有柿以 88ppm 之 mepycoatchulolyde 在花後與花後 10 日噴施，均有促進果實著色之效；而西村早生柿不論在溫室或在露地栽培，以相同濃度在花前或花後噴施，亦有促進著色之效(松村等, 1995)。CPTA 是【2-(4-chlorophenylthio)-trithylamne hydrochloride】，在以往報告中已證實對柳橙、檸檬、溫州蜜柑等，具有促進類胡蘿蔔素與番茄紅素生成之效。富有柿在 10 月 11~20 日以 750~1200ppmCPTA 噴施，濃度愈高對番茄紅素之生成具有良好之促進效果，但濃度過高，藥滴停滯在果頂部，易造成果皮黑變之藥害(中條等, 1992)。富有柿在 9 月上旬至 10 月上旬間，以 100~300ppm 之天然型離層酸(S+ABA)噴施枝葉與果實，可將 a 值由 9.6 提升至 14.5~16.3；同時亦有增進果重之效(松井等, 1992)。Paclobutrazol(pp-333)是為矮化劑常用在蘋果矮化栽培上，如用於柿矮化栽培時，可採土壤灌施法，每株用量 10g 溶於 15 公升水中，於 5 月 9 日採土壤灌注法施入樹冠下側；或於 5 月 17 日對籬壁式整枝樹型，以 2000ppm 全株噴施除，可抑制第三梢之平均長度在 10cm 左右，同時可提高果重、果皮色(文室等, 1990)。

## 結 論

甜柿產業在台灣地區屬於新興產業，由於產地分佈的歧異與管理水準之高低，所生產之柿果品質差異極高，因此消費者對富有甜柿之接受度評價差距亦懸殊。為縮短品質差異，確保消費者對富有柿之消費信心，栽培者宜強化栽培管理以生產「大、紅、甜」之優質甜柿，方能提升甜柿產業的競爭力。

由於柿果品質高低常以果皮顏色為評價依據，如欲提升果皮著色品質，宜先熟悉柿果類胡蘿蔔素的生合成及影響柿果著色之因素等方面之基礎知識，並依各自果園環境條件、栽培管理水準與財務能力，慎選合宜的管理技術，以提升柿果著色品質。然而，生產優質甜柿與提升果實

的著色程度，首重於提高果實營養分配量、改善光照條件與合理施用氮肥，其次才是慎用著色促進劑。因此在栽培管理上，宜從提高樹體營養貯存量，落實冬季修剪，避免萌芽期的養分消耗與調節營養生長與生殖生長之平衡等方面著手，並加強疏蕾、疏果，提高葉果比，以增強果實營養之積貯力。在果園環境上，宜以改善光照與通風條件為先，枝條密接者宜適時間伐；選用高透光率套袋，或延後套袋等，可提高葉片與果實受光量。如欲採用化學藥劑以提升著色品質者，宜先行小區試驗，確認後，方宜全面採用。

### 參考文獻

- 倪正柱、林文彬 1994 日本柿(*diospyros kaki* Thunb)砧穗不親和性調查  
興大園藝 19：61-69。
- 耿玉韜 1996 蘋果優質高產關鍵技術 河南科技出版社 pp：  
350-360。
- 蔡巨才 1998 柿嫁接不親和性對生長之影響 中國園藝 44(1)：  
11-28。
- 趙春生 1992 富士蘋果果皮花青素發育的相關因素分析 果樹科學  
192(3)：52-55。
- 劉雲聰 2000 富有柿嫁接及果實生長之研究 碩士論文 台中：國立  
中興大學園藝學系研究所。
- 小林章 1968 果樹の良品生産技術 誠文堂新光社 東京 p：1-43。
- 川尾尚史、富田榮一 1994 カキ刀根早生の窒素施肥期と果實品質  
農耕および園藝 69(10)：78-80。
- 山崎利彦、鈴木勝征、村瀬昭治、大竹智 1981 果實の成熟度判定の  
ためのカラーチャートの作成とその利用に関する研究 果樹試験  
場報告 A 8：79-84。
- 山崎利彦、福田博之、廣瀬和榮、野間豊 198 果樹の生育調節 博友

- 社 東京 p.310-312。
- 中村三夫 1991 果樹のやさしい—カキの生理學生理生態(11)著色  
脱澀生理 農耕および園藝 46(11)：221-224。
- 中村三夫、福井博一 1994 カキの生理生態と栽培新技術 誠文堂新  
光社 東京 p.87-91。
- 中條利明、片岡正治、山内勸、葦擇正義 1972 カキ果實の生長、品  
質におよぼす温度の影響(第 1 報)果實肥大期における温度管理  
日本園藝學會雜誌 41：339-343。
- 中條利明、葦擇正義 1974 カキ果實の肥大、成熟におよぼす温度の  
影響 日本園藝學會研究發表要旨 昭和 49 年(春)：108-109。
- 中條利明、葦擇正義 1980 カキ果實の日肥大の周期性の環境要因と  
の関係 日本園藝學會研究發表要旨 昭和 55 年(秋)：44-45。
- 中條利明、松浦正、李容門、吉田裕一 1992 カキ果實の朱色の發現  
におよぼす CPTA の影響 日本園藝學會研究發表要旨 61(別 1)：  
116-117。
- 文室政彦 1978 富有カキ果實の成熟に関する研究(第 1 報)果肉内糖  
組成および果皮内成分の消長と温度の関係 日本園藝學會研究發  
表要旨 昭和 53 年秋季：8-9。
- 文室政彦、村田隆一 1990 カキ‘富有’の新梢伸長、果實の發育および  
成熟に及ぼす Paclobutrazol の影響 日本園藝學會研究發表要旨  
59(別 1)：122-123。
- 牛島孝策、千千和浩幸、林公彦 1998 カキ果肉中カロテノイドの含  
量の品種間差異 日本園藝學會研究發表要旨 67(別 2)：183。
- 日野昭、門屋一臣、久保浩治 1983 反射シートがカキ果實の著色に  
及ぼす影響 日本園藝學會研究發表要旨 昭和 58 年春季：64-65。
- 平井康市、藤田明彦、藤井清一、松村博行、加野武司 1994 エチク

- ロゼートのカキ富有の果色向上効果について 日本園藝學會研究發表要旨 昭和 63 年秋季：168-169。
- 平田尚美、林真二、井上耕介 1970 カキ果實の成熟促進—とくに果實の肥大と成熟におよぼす Ethrel の影響 農業および園藝 45(8)：95-96。
- 伊藤三郎 1982 果實の成熟と品質 農業技術大系—果樹篇④ 農山漁村文化協會：基 68-69。
- 岩堀修一、佐藤幹夫 1970 Ethrel によるカキ果實の成熟促進.農業および園藝 45(1)：63-64。
- 長谷川耕二郎、中島芳和 1988 前川次郎の果實形態と品質變異に関する研究 日本園藝學會研究發表要旨 昭和 63 年(別 1)：108-109。
- 長谷川耕二郎、中島芳和 1989 カキの開花並びに果實品質に及ぼす側枝結束の影響 日本園藝學會研究發表要旨 58(別 2)：14-15。
- 長谷川耕二郎、中島芳和 1990 カキ“前川次郎”果實の形態種子のに及ぼす影響 日本園藝學會雜誌 59(2)：255-262。
- 青木松信 1982 カキの養分吸収の特徴 農業技術大系—果樹篇④ 農山漁村文化協會：基 73-76。
- 松永晴夫 1982 收穫時期の判断と方法 農業技術大系—果樹篇④ 農山漁村文化協會：技 52-59。
- 松村博行 1992 果色を左右する要因と向上技術 農業技術大系—果樹篇④ 農山漁村文化協會：技 50：3-51。
- 松村博行、新川猛、飯沼清敏、福島貴子、倉地良美、中條利明 1993 カキ“富有”に對するエチクロゼートの効果について 日本園藝學會研究發表要旨 昭和 62 年(別 1)：134-135。
- 松村博行、新川猛、松井鑄一郎、安田武 1994 ハウス栽培カキ‘西村早生’の 生育特性(第 3 報)地温制御による肥大促進と果色向上效

- 果 日本園藝學會研究發表要旨 63(別 1)：70-71。
- 松村博行、松井鑄一郎、野口祐史 1995 カキ‘富有’及び‘西村早生’の果色に及ぼすメピコートクロリドの影響 日本園藝學會研究發表要旨 64(別 1)：10-11。
- 松井鑄一郎、松村博行、禿泰雄 1992 天然型アブシジン酸がブドウおよびカキの著果と成熟に及ぼす効果 日本園藝學會研究發表要旨 61(別 1)：118-119。
- 新川猛、松村博行 1992 カキ‘富有’の果頂軟化における尿素葉面散布の効果 日本園藝學會研究發表要旨 61(別 2)：144-145。
- 新川猛、松村博行 1993 カキのフルハート液肥葉面噴布による日持ち向上効果 日本園藝學會研究發表要旨 62(別 1)：136-137。
- 鄭國華、安田稔、平野健、杉浦明 1988 果實溫度カキ“平核無”果實成熟に及ぼす影響 日本園藝學會研究發表要旨 昭和 63 年春季：106-107。
- Bramley, P. M. 1985. The *in vitro* biosynthesis of carotenoids. In: Advances in Lipid Research, vol.21, R. Paoletti and D. Kritchevsky, eds. Academic Press, New York, pp.243-279.
- Gross, J. 1991. Pigments in vegetables –chlorophylls and carotenoids. Van Nostrand Reinhold Press, New York, pp.112-120.
- Went, F. W. and LeRosen, A. L. 1942. Effect of external factors on tomato pigments as studied by chromatographic methods. Plant Physiol. 17 : 91-100.
- Yakushiji, H., K. Morinaga and Ono, S. 1997. Effect of different shading times on the fruit quality of ‘Fuyu’ Japanese persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.). Acta Hort. (436) : 165-169.

## 討 論

王連才問：

ネオグリン著色可以用嗎？

劉雲聰答：

這些著色劑因為商品很多不知是否有用尚待追查。

陳榮鍾問：

單位：二水白柚四班

著色用之藥劑如何取得？

劉雲聰答：

- 1.部分尚未引入。
- 2.Figaron 已用在柑桔上。

# Improving ‘Fuyu’ Persimmon Fruit Coloration by Field Management

Yun-Tsong Liou

Miaoli District Agricultural Research and Extension Station

## ABSTRACT

The ‘Fuyu’ persimmon, indentified by its non-astringent characteristic and superior quality, has become one of the elite and new developing fruit industries in Taiwan. Fruit coloration was usually used as an important index for grower and consumer to estimate its quality. Deeper orange-red of the fruit color represents the excellent quality and was much popular. Therefore, how to improve fruit coloration is an important factor for grower to increase the competitiveness of the industry.

The lycopene concentration in the persimmon fruit is the key factor to determine fruit coloration. In this paper, the pathway of carotene biosynthesis and factors that regulates persimmon fruit coloration such as cultivars, tree reserves, phytohormone, light interception, temperature and fertilizers were described. In addition, field routine practices to improve its coloration in Japan orchard were also introduced as a useful reference for growers. The outline was listed as followed :

1. Proper application of N fertilizer and spraying lysine foliage liquid fertilizer to accumulate more lysine within the leaf in summer.
2. Fruit thinning to increase fruit/leaf ratio and spraying 88ppm of mepycatchulolyde liquid fertilizer during initial fruit set to improve the efficiency of metabolism from lysine to phytoflune.



3. Spraying 5000x~8000x of Figaron (20%) through fruit coloration stage to increase the metabolism efficiency from lysine to phytoflune.
4. Using high transmitting fruit bag and spraying 100~300ppm of abscisic acid through fruit coloration stage.
5. Spraying 75ppm of Ethrel, or 750~1200ppm of 2.4.CPTA to intensify fruit color expression at the final weeks of fruit growth.

**Key word:** 'Fuyu' persimmons, fruit coloration, lycopene