

遮光對蓮霧成樹催花效果之影響

賴榮茂¹、楊耀祥²

摘要

為探討催花前的遮光對蓮霧植株生育及生理之反應，本研究以 12 年生田間植株，在經過修剪培育 2 次梢後，以遮光率 95% 及 60% 的黑網遮光 40 日，然後進行催花，以調查比較遮光後植株生長及花芽萌發的數量。由試驗結果可知遮光處理可抑制抽梢，其中強遮光使植株抽梢數減少，且新梢較短。有遮光的處理在催花後，萌發的花穗數及花數顯著地高於不遮光的植株，其新梢數與催花後花數呈負相關。經過遮光處理之枝條、葉的水分含量均呈現增加。由葉片的組織觀察，遮光後幼梢葉的柵狀組織細胞發育較短，海綿組織較不發達，葉片的厚度亦減少。幼梢葉之單位葉面積葉綠素的含量隨著遮光程度增加而增加，而熟梢葉在遮光前後葉綠素含量變化較小。遮光期間葉片光合成速率明顯下降，遮光結束時枝條的碳水化合物含量減少，全氮含量則有增加的趨勢，該碳氮比與蓮霧之開花並無直接的關連。

關鍵字：蓮霧、遮光、產期調節、催花

前言

蓮霧在南部自然的環境下，2 - 3 月間開花，5 - 7 月間採收果實⁽¹⁾，但因 5 - 7 月間適逢高溫多雨、病蟲害多、生產成本高、品質卻不良，幾乎無利可圖。近年來隨著產期調節與栽培技術的改進，產期可提早半年^(1,30)，在本土水果種類及數量最少的 12 月上市⁽²⁾，加以品質佳，市場反應良好。目前應用在蓮霧產期調節的方法有淹水、斷根、環狀剝皮、主幹刻傷、強剪或施用生長抑制劑^(1,30)。另外亦有利用遮光行產期調節的方式。光為影響植物生長重要的環境因子之一，如光直接影響植物之光合作用，間接影響植物的生長與發育⁽¹⁵⁾。光強度會影響葉片的葉綠素含量^(27,33,20)，植物為了適應低光的環境，葉肉的微細結構亦會發生改變⁽¹¹⁾。光強度被認為是對營養生長及花朵產生之重要影響因子⁽²²⁾。光度下降，會使其碳水化合物不能充分合成，枝梢生長不充實，以致降低開花能力⁽³⁾。樹體內的碳水化合物含量常被認為與果樹的開花結果有關。許多熱帶、亞熱帶果樹所貯藏的養分主要是由抽梢生長所消耗掉的⁽²⁹⁾。而抽梢的次數、時間與抽梢量，往往是決定常綠果樹開花與否及產量多寡的關鍵性因子。本研究的目的是在於瞭解人為遮光對抑制枝梢生長之效果，及其對催花之影響，並探討遮光後之生理反應，期能以其

¹高雄區農業改良場助理研究員

²國立中興大學園藝學系教授

³審查委員：顏昌瑞教授，服務機關：國立屏東科技大學農園系。

結果作為蓮霧產期調節的參考。

材 料 與 方 法

一、試驗材料

本試驗所使用之材料為 12 年生之粉紅色南洋種蓮霧，試驗園位於屏東縣潮州鎮九塊厝，面積 0.5 公頃，種植方式採寬行式，即行距 8 m，株距 5 m。每行的中央設立 4 m 高的水泥柱，在行的兩側設立 2.5 m 高水泥柱，並以鍍鋅鐵管為材料，搭成屋頂式的支架，供架設遮光網用。園區水份以滴灌的方式供應，隨天氣的變化給予適當的灌溉。

植株在 3 月中旬採完果實後做輕度修剪，每株施 10 kg 堆肥並充分的灌水，使植株長出整齊的新梢。7 月 12 日進行遮光處理，遮光期間為 40 日。遮光材料為商品標明遮光率 95%、60% 的黑網。遮光網架設的高度為 4 m，離樹冠頂端約 1~1.2 m。

二、處理方法

試驗採完全逢機設計，試驗處理有遮光 95%、遮光 60% 及不遮光(對照組)等三種。每試驗處理 1 株，重複 3 次。黑網掀開後，隨即以 50% 速滅松(Sumithion)乳劑 300 倍加尿素 150 倍行催花處理。

三、調查及分析方法

(一)試驗環境之調查

在遮光期間以 HOBO-XT 溫度自動記錄器，安裝在不同處理之樹冠上方及樹冠中央。照度之測定以 Topcon IM-3 照度計，在晴天 11 時 30 分至 12 時 30 分測量。

(二)植株之調查

1.植株外部形態之調查

處理前標定植株部位供採樣及做新梢抽長之調查，枝條分為 1 年生枝、2 年生枝。每株標定葉片分為樹冠內熟梢葉(展葉後 90 日)、樹冠外熟梢葉(展葉後約 90 日)、樹冠外幼梢葉(展葉後約 40 日)，遮光結束時再依先前所標定植株部位，採樣及調查。

2.花穗及花數調查

在催花後第 3 週開始調查著生在不同部位之花穗數量，分為幹生花及頂生花。第 7 週花蕾已長大至可明顯區分後調查花數。

(三)葉片葉綠素含量測定

葉綠素之萃取及分析以修改自 Inskeep 的方法，將葉片擦乾淨，用打孔器打 4 個葉圓片，放入含有 N,N-Dimethylformamide 萃取液的試管中，置於 4℃ 黑暗中萃取 24 小時後，以光電比色計測 647nm 和 664.5nm 的吸光值。總葉綠素含量以下列公式計算：葉綠素含量=(17.9A₆₄₇+8.08A_{664.5}) × V × 1/4S (V=萃取液體積，S=葉圓片的面積)。

(四)光合作用之測定

以手提式光合成測定儀測定的部位為幼梢基部算起第二對葉或第三對葉。測定的時間為晴天的 10 時至 11 時 30 分，平均氣溫為 30 。

(五)葉片之顯微觀察

在遮光開始處理前及處理結束時，採取幼梢葉作顯微觀察，以石腊切片分別觀察其組織構造。

(六)碳水化合物及全氮含量之測定

全碳水化合物、全糖及澱粉之測定參考 Yoshida 及 Somogyi 之方法，全氮之分析則以 Carlson 法測定。

結果

一、遮光對樹體環境之影響

樹冠上部的溫度之變化如圖 1 所示。在晴天最高氣溫在 37-41 之間，在陰雨天最高氣溫可降到 25 。

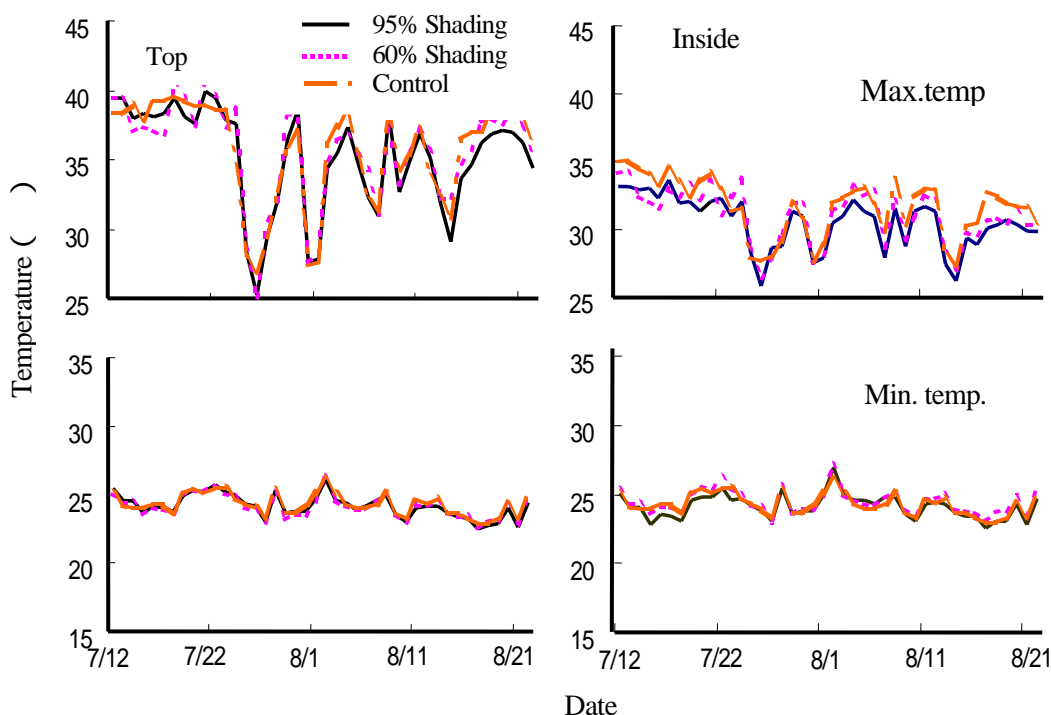


圖 1. 遮光期間樹冠上方及內部氣溫之變化情形

Fig 1 Changes of temperature in top and inside canopy during shading period

颱風外圍環流帶來降雨，最高氣溫明顯下降。遮光處理後使每天之最高溫降低，不同程度遮光下，對照組之最高溫略高於有遮光之處理。三個不同程度遮光處理之最低溫都維持在 25 上下，且不因晴天或降雨而有高低起伏的現

象。

樹冠內部最高氣溫在晴天維持 31-37 之間，陰雨天之最高氣溫則降到 26 ，不同程度遮光下之最低氣溫皆在 25 上下，變化很一致，且與樹冠上部及樹冠內部之最低溫很接近。

蓮霧植株經遮光處理樹冠內外之照度如表 1 所示。對照組在樹冠上，於晴天的早上 11:00-11:30 之間測得之照度為 71,333 lux，遮光 60%處理樹冠上測得之照度為 26,701 lux，遮光 95%之處理則為 3,325 lux。樹冠內對照組之照度為 374 lux，遮光 60%之處理為 213 lux，遮光 95%之處理則只有 46 lux。

表 1. 遮光對樹冠上部及內部照度之影響

Table 1 Influence of shading on the luminance of top and inside of canopy

Treatment	Luminance (top)		Luminance (inside)	
	(lux)	(%)	(lux)	(%)
95 % shading	3,325 ^{C*}	5	46 ^C	12
60 % shading	26,701 ^b	37	213 ^b	57
Control	71,333 ^a	100	374 ^a	100

*：同一欄內所附英文字母相同者，係經鄧肯氏多變域測定 5 % 水準差異不顯著。

*：The same letter within each column indicated no significant differences at 5 % level according to Duncan's MRT.

二、遮光對新梢伸長之影響

光對蓮霧新梢生長之影響如表 2 所示，遮光之後新梢再抽長的支數，對照組每株平均 234.6 支，遮光 60%之處理有 84.3 支，95%之處理有 21.3 支。新梢的長度在三個處理之間有顯著的差異。遮光 60%之處理有徒長的現象，平均長度為 25.1cm，對照組 18.6cm 次之，而遮光 95%之處理最短，只有 11.4 公分。新梢第一節的節間長度，遮光 60%之處理平均為 11.4cm，對照組 9.4cm 次之，而遮光 95%之處理 7.3cm 最短。由此亦可知遮光愈強新梢之生長愈易受到抑制。

表 2. 遮光對植株新梢伸長之影響

Table 2 Influence of shading on elongation of new shoot

Treatment	Shoot length	Shoot number
	(cm)	(no./plant)
95 % shading	11.4 ^{C*}	21.3 ^C
60 % shading	25.6 ^a	84.3 ^b
Control	18.6 ^b	234.6 ^a

*：同表一。 *：The same as table 1.

三、遮光對催花後花穗及花數之影響

遮光處理後之植株經催花以後，花穗萌發及花蕾數之調查如表 3。三個

處理之間，有遮光的處理，每株頂生花穗數及幹生花穗數皆極顯著高於對照組，不同遮光程度之間則沒有顯著差異，每穗的花蕾數不因遮光程度之不同而有差異，三個處理之每穗的花蕾數在 14.7~16.2 朵之間。每株之總花蕾數以遮光 60%處理之 19,056 朵最多，遮光 95%處理為 18,626.2 朵次之，兩者之間沒有差異，但與對照組 578.1 朵比較，則皆顯著有較多的花蕾數。

遮光期間田間蓮霧植株新梢數與催花後花蕾數之關係如圖 2，對照植株每株抽梢數多催花後的花蕾數少，而遮光 60% 及 95% 之處理每株抽梢數少，其催花後之花蕾數明顯較多。遮光期間的新梢數與催花後的花蕾數呈負相關。

表 3. 遮光對花穗數及花數之影響

Table 3 Influence of shading on inflorescence and flower number

Treatment	No. of apical flower cluster per tree	No. of caulifory flower cluster per tree	Flower no.per cluster	Total number of flower
95 % shading	813.7 ^{a*}	403.7 ^a	15.3 ^a	18,626.1 ^a
60 % shading	779.0 ^a	397.3 ^a	16.2 ^a	19,056.1 ^a
Control	30.3 ^b	7.0 ^b	14.7 ^a	578.1 ^b

*：同表一。 *：The same as table 1.

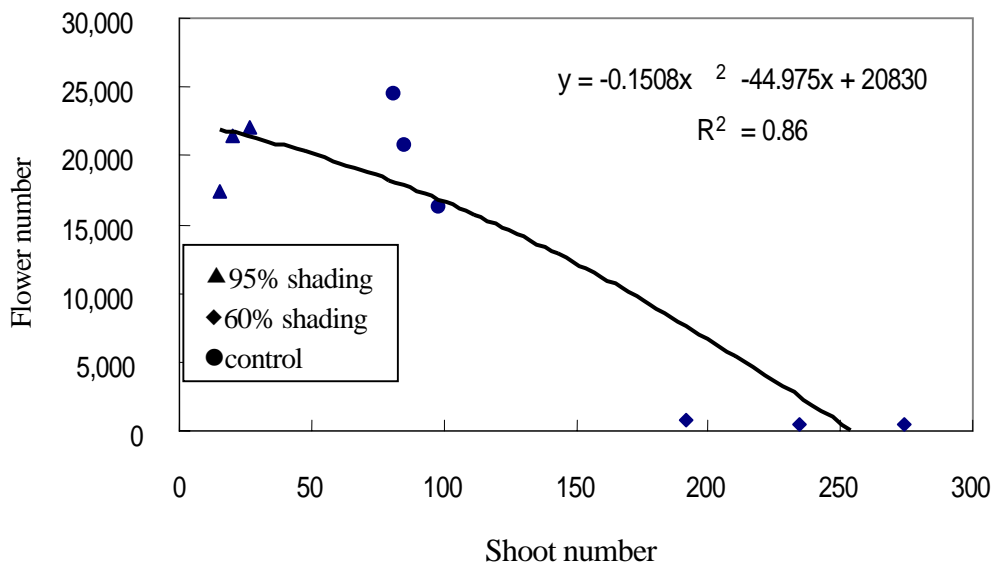


圖 2. 遮光後新梢數與催花後花數之關係

Fig 2 Relationship between new shoot number after shading and flower number after flower forcing

四、遮光對枝梢水分含量之影響

試驗的植株一年生枝條之水分含量在處理前後均高於二年生的枝條，而遮光處理後均較遮光處理前含量高，兩個部位有遮光的處理均較對照組高(表 4)，而葉片的水分含量在遮光處理後樹冠外幼梢葉、樹冠外熟梢葉則呈增加的趨勢，各部位的葉片在各處理間水分含量差別不大，但有遮光的處理均較對照組高。

表 4. 遮光前後枝梢水分含量之變化

Table 4 Changes of water content in shoot just before and after shading

Treatment	1-year-old stem	2-year-old stem	Leaf of young shoot	Leaf of mature shoot
	----- (%) -----			
Before shading	62.4±1.9	52.9±3.4	67.2±1.8	61.9±1.4
After shading	65.7±3.2	61.3±2.4	71.8±2.1	68.1±2.3
95% shading				
60% shading	64.4±2.4	61.2±1.2	70.6±1.4	68.9±3.3
Control	62.9±1.4	53.0±5.2	67.4±2.3	64.8±2.4

五、遮光對葉片葉綠素含量之影響

不同遮光處理對蓮霧葉片葉綠素含量變化如表 5 所示，遮光處理前後樹冠外之熟梢葉葉綠素含量隨著葉齡增加而顯著增加。不同程度遮光處理與對照組之間差異不大。樹冠外的幼梢葉，葉綠素含量遮光前只有 7.8 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ，處理後增加至 34.7 - 44.5 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 。就二個部位之葉片葉綠素含量而言，熟梢葉之葉綠素含量之增加量比幼梢葉增加量少。

表 5 遮光前後葉片葉綠素含量之變化

Table 5 Changes chlorophyll content in leaves of shoot just before and after shading

Treatment	Leaf of young shoot	Leaf of mature shoot
	----- $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ -----	
Before shading	7.8 ^{c*}	48.4 ^b
After shading	41.0 ^a	54.3 ^a
95% shading		
60% shading	44.5 ^a	57.6 ^a
Control	34.7 ^b	54.8 ^a

*：同表一。 *：The same as table 1.

六、遮光對光合成速率之影響

蓮霧的成熟葉片在不同程度遮光下，測光合成速率結果如表 6 所示，光合成速率隨著光度增加而提高，在三個處理之間以對照組 8.95 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$

最高，與有遮光之處理呈顯著差異，而遮光 95% 處理之光合速率為 $2.08 \mu \text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$ 與遮光 60% 處理之光合成速率 $3.30 \mu \text{mol CO}_2/\text{m}^2\text{s}$ 沒有差異。

表 6. 遮光期間成熟葉片之光合成速率

Table 6 Photosynthesis rate of mature leaves during shading period

Treatment	Photosynthesis rate ($\mu \text{mol}/\text{m}^2\text{s}$)
95 % shading	2.08 ^b
60 % shading	3.30 ^b
Control	8.95 ^a

*：同表一。 *：The same as table 1.

七、葉片組織之變化

將不同強度下生長的蓮霧葉片利用石蠟切片，在光學顯微鏡下觀察其組織分佈的情形如圖 3 所示，遮光處理後幼梢葉厚度隨光度增加而增加，在高光度(對照組)下，其葉肉細胞中的柵狀組織細胞成長柱形，細胞較長，且海綿組織之細胞發達，低光度(遮光 95% 之處理)柵狀組織較短，葉片厚度較小，且海綿組織之細胞亦較不發達。

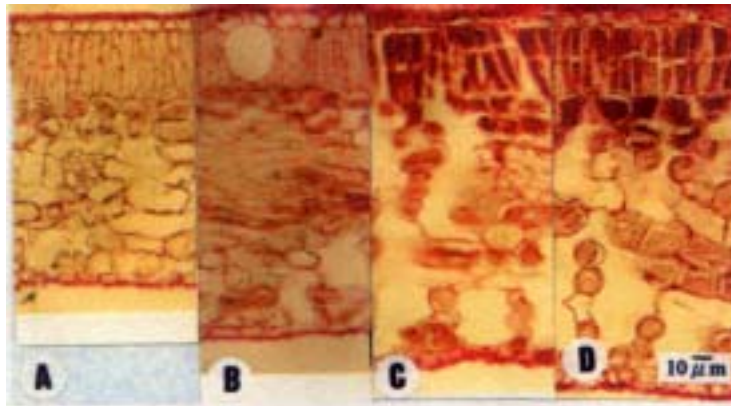


圖 3. 遮光前後幼梢葉之縱切面(A)處理前，(B)遮光 95 %，(C)遮光 60 %，(D)對照

Fig 3 Cross section of young shoot leaf just before and after shading.(A)Before shading, (B)95 % shading shading, (C)60 % shading, (D)Control

八、遮光對植株碳水化合物及全氮含量之影響

一年生枝條碳水化合物之變化如表 7 所示，全碳水化合物含量在遮光處理後有增加的趨勢，全糖含量及澱粉含量則降低，不同程度遮光下澱粉含量以遮光 95% 之處理明顯較高，全碳水化合物含量及含糖則沒有差異。

二年生枝條之全碳水化合物含量遮光處理後顯著增加，尤其遮光 60% 之處理最明顯，全糖含量也以遮光 60% 之處理增加最多，澱粉含量則下降。

試驗的植株一年生枝條全氮含量在處理前後均高於二年生的枝條，

而遮光處理後均較遮光處理前含量高，且有隨著遮光程度的加重，而逐漸增加的趨勢，兩者皆以遮光 95% 處理之全氮含量最高(表 8)。

表 7. 遮光前後枝條碳水化合物含量之變化

Table 7 Changes of carbohydrate content in stem just before and after shading.

Treatment	1-year-old stem			2-year-old stem		
	Total carbohydrate	Total suger	Starch	Total carbohydrate	Total suger	Starch
-----dw%-----						
Before shading	20.3±2.3	4.0±0.2	11.2±1.3	14.7±1.0	3.2±0.3	10.6±1.9
After shading						
95% shading	25.5±3.3	3.2±0.1	9.2±1.1	24.9±2.1	3.2±0.2	4.4±1.2
60% shading	28.6±4.1	2.3±0.1	4.1±0.4	31.1±3.4	3.7±0.5	7.2±1.4
Control	26.5±4.4	3.6±0.2	6.5±1.0	27.4±4.2	3.4±0.4	9.5±2.1

表 8. 遮光前後枝條全氮含量之變化

Table 8 Changes of total nitrogen content in stem just before and after shading.

Treatment	1-year-old stem	2-year-old stem
	-----dw%-----	
Before shading	0.52±0.12	0.43±0.15
After shading		
95% shading	0.85±0.17	0.82±0.13
60% shading	0.74±0.11	0.73±0.12
Control	0.71±0.16	0.71±0.15

討 論

一、遮光對蓮霧植株生長及花穗形成之影響

由於在低光下生長的植株其葉片光合產物量下降⁽¹²⁾，造成根部碳水化物的減少。Collard 等人(1977) 認為遮光下垂榕的莖/根的比值增加，乃因促進地上部枝條的生長，而犧牲根的發育，結果造成根部發育不良。盆栽蓮霧植株在遮光下生長 40 日後，細根的乾重隨著遮光程度增加而減少⁽⁷⁾，推測本試驗中 12 年生植株的根系生長，亦隨著遮光而受到抑制。因為根是產生 cytokinins⁽³¹⁾、GAs⁽²⁵⁾ 及 amino compound⁽³⁴⁾ 的器官。該等物質可能在調節地上部及地下部生長時扮演重要的角色。Williamson 及 Coston (1990) 推測桃樹根部的生長受到抑制時，某些在根部合成的物質可能被抑制，因而控制地上部的生長勢，進而促進其花芽分化增加開花數，該推論似乎可用以解釋本試驗之蓮霧遮光後花穗數增加的現象。

在遮光下生長之垂榕⁽¹⁴⁾、蘋果幼樹⁽⁸⁾、合果芋⁽¹⁰⁾、小白菜⁽⁵⁾，其地上部生長受到抑制，葉片數明顯減少。在本試驗中蓮霧植株在幼梢接近成熟時遮

光 40 日的結果，新梢的生長量有明顯的減少，尤其以遮光 95% 之處理減少最多，不但抽梢數減少，新梢較短，新梢乾物重也減少。蓮霧植株抽梢減緩，而減少了芽體與葉片間相互抑制的作用，遮光期間的抽梢數明顯地與催花後的花數呈負相關，顯示遮光的作用，係藉由控制新梢的生長，而使植株在催花後較容易產生花穗。

遮光處理會造成葡萄結果枝數、萌芽率、及產量減少⁽¹⁹⁾，獼猴桃在 60% 的遮光下生長的枝條較全日照下生長者，隔年的花芽數減少約 50%⁽³²⁾。楊桃遮光減低產量⁽²³⁾，百香果在低光下，花芽無法完全發育，而減少花苞及開花數⁽²⁴⁾。本試驗中不同遮光程度處理下，遮光 95% 之處理的植株花數最多，與其他植物在低光環境生長的反應不同。楊桃、葡萄、獼猴桃、百香果的遮光形式是在營養生長期長時間處於日照不足的環境下，而蓮霧在遮光之前，有 2~3 批葉片在日照充足的環境充分的生長，遮光的期間相對也較短，雖然光合成產物不再累積，但相對亦沒有抽梢的消耗。許多熱帶、亞熱帶果樹所貯藏的養分主要是由抽梢生長所消耗掉的⁽²⁹⁾。柑桔、芒果、荔枝、酪梨等常綠果樹，一般有間歇性多次抽梢的習性^(21,28)，而抽梢的次數、時間與抽梢量，往往是決定常綠果樹開花與否及產量多寡的關鍵性因子。由本試驗結果推測短期遮光對蓮霧開花的促進有正面的效果，係因抽梢及根部生長受到抑制所造成。

二、遮光後蓮霧之生理反應

生長在高光度下之植株較低光度下生長者，其葉片海綿組織及柵狀組織發達，且柵狀層較密集柵狀細胞也較多、較長，故具有較厚的葉片⁽¹³⁾。本研究遮光後蓮霧的葉片經顯微觀察，發現低光下之幼梢葉柵狀層明顯較短且海綿組織亦較密，可能與葉片在低光度下其蒸散速率低有關。本試驗中遮光後之枝條與葉片含水量有較高的趨勢與葉片組織的差異有關。高的水分含量會促進生長，然而在營養生長減緩，抽梢減少之情形，生殖生長在本試驗中似乎受到促進。

適當的低光強度，對於誘發葉綠素的合成，通常具有相當大的效果⁽⁶⁾。在本試驗中遮光 60% 及遮光 95% 處理之葉綠素含量均呈現較對照組高。葉綠素含量高是為提高光合成能力，以適應低光的環境。Friendship-keller 等人 (1987) 指出，植物光合作用受生長環境之影響，光強度即是影響光合作用的外在因子之一。本研究之試驗結果遮光 95% 之處理，在晴天早上 10 時至 11 時的淨光合作用速率為正值，仍維持有光合成產物的累積 而其光度為 $80.4 \mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ，可推定此光度已在光補償點之上，然而許氏 (1995 年) 指出，蓮霧光合作用之光補償點約為 $86 \mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 。會有如此的差別，可能與本試驗測定光合成的日期是在遮光處理進行 1 個月後有關，其光補償點已下降。而此與觀葉植物 *Leea coccinia* 及 *Leea rubra* 從全日照環境移到重度遮光環境，經過 25 日，其光補償點分別下降為全日照下的 75% 及 71%⁽²⁶⁾ 相似。由以上的結果推論蓮霧能容易適應低光下且維持正常的生長。

植物體於照光下進行光合作用，製造之光合成產物，可以有效地分配至所謂的積貯組織，此乃是植物能夠正常生長的主要關鍵。蓮霧植株遮光後主

要的開花結果位置為樹冠內部的短梢上或枝條上。本試驗以遮光 95%及遮光 60%處理的結果。全糖與澱粉含量，在各處理間的相對量，全糖以遮光 95%處理的 2 年生枝條較高，澱粉含量以遮光 95%處理的 1 年生枝條較高，然而遮光後植株各部位全氮含量均呈略有增加的趨勢。碳氮比常被認為是與果樹開花結果有密切的關係⁽¹⁷⁾，本研究中蓮霧遮光後，其枝條之碳水化合物下降，而全氮含量卻略有增加，以碳氮比的觀點，無法與花數的多寡看出有明顯的關係。因此，碳/氮比值可否用來解釋蓮霧遮光後花芽分化的現象，尚存疑問。

由本試驗結果，從遮光後蓮霧的開花部位之照度來看，推測遮光使開花部位處於逆境，因而促進其生殖生長，而與碳水化合物含量之高低無關。另水分含量似乎是一個重要的因子，是否因體內水份含量高有利於花芽形成。蓮霧植株葉面積大，在自然環境下，蒸散旺盛所以需水量大，對水分的供應敏感，因此細根不斷地生長，新梢亦隨著抽長，因此不利於形成花芽。遮光後各部位的含水量均增加，可能與低光環境下氣孔傾向關閉以減少蒸散有關，根部吸水相對減少，細根較不發達，抽梢亦減少，而有利於花芽形成。然真正的機制則有待進一步的探討。

參 考 文 獻

- 1.王德男。1983。促進蓮霧提早開花產期調節之研究 II.化學藥劑及耕作處理對蓮霧催花效果之研究。中華農業研究 32(2):129-138。
- 2.李金龍。1985。果樹產期調節之必要性。果樹產期調節研討會專集, 台中區農業改良場特刊第 1 號 pp.7-18。
- 3.張育森。1986。柑桔之開花生理。中國園藝 32(2):71-84。
- 4.許玉妹。1995。蓮霧植株在淹水逆境與根群限制下之生理探討。國立中興大學植物學研究所博士論文。
- 5.楊月玲。1995。設施內遮光處理對小白菜之生長及生理影響。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。
- 6.劉賢祥。1990。植物生理學。徐氏基金會, 台北。
- 7.賴榮茂、楊耀祥。1997。遮光對蓮霧催花之影響。興大園藝 22(2):1-15。
- 8.Barden, J. A. 1977. Apple tree growth, net photosynthesis, dark respiration, and specific leaf weight as affected by continuous and intermittent shade. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102:391-394.
- 9.Carlson, R. M., R.I. Cabrera, J. L. Paul, J. Quick, and R. Y. Evans. 1990. Rapid direct determination of ammonium and nitrate in soil and plant tissue extracts. Commum. In Soil. Sci. Plant Anal. 21(13-16) : 1519-1529.(修正版)
- 10.Chase, A. and R. T. Poole. 1987. Effect of fertilizer, temperature, and light level on growth of *Syngonium podophyllum* 'White Butterfly'. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(2):296-300.

11. Collard, R. C., J. N. Joiner, C. A. Conover, and D. B. McConnell. 1977. Influence of shade fertilizer on light compensation point of *Ficus benjamina* L. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102(4):447-449.
12. Conover, C. A. and R. T. Poole. 1981. Influence of light and fertilizer levels and fertilizer sources on foliage plants '*Brassasia actinophylla* and *Dieffenbachia*' maintained under interior environments for one year. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106(5):571-574.
13. Crookston R.K., T. Reharne, K. J. Ludford, and J. L. Qzbun. 1975. Response of beans to shading. Crop Sci. 15:412-416.
14. Fails, B. S., A. J. Lewis, and J. A. Barden. 1982. Net photosynthesis and transpiration of sun- and shade-grown *Ficus benjamina*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107(5):758-761.
15. Fitter, A. H. and R. K. M. Hay. 1981. Environmental physiology of plants. Academic Press p.31-67.
16. Friendship-Keller, R. A., M. J. Tsujita, and D. P. Ormorad. 1987. Light acclimatization effects on Japanese maple for interior use. HortScience 22(5):929-931.
17. Goldschmidt, E. E. and A. Golomb. 1982. The carbohydrate balance of alternate bearing citrus trees and the significance of reserves for flowering and fruiting. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:206-208.
18. Inskeep, W. P. and P. R. Bloom 1985 Extinction coefficients of chlorophyll a and b in N,N-Dimethylformamide and 80% acetone. Plant Physiol. 77 : 483-485.
19. Jackson, J. E and J. W. Palmer. 1977. Effect of shade on the growth and cropping of apple trees. II. Effects on components of yield. J. Hort. Sci. 52:253-266.
20. Kappel, F. and J. A. Flore. 1983. Effect of shade on photosynthesis, specific leaf weight, leaf chlorophyll content and morphology of young peach trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108(4):541-544.
21. Kozlowski, T. T. 1992. Carbohydrate sources and sinks in woody plants. Bot. Rev. 58(2):109-221.
22. Leffring, L. 1975. Influence of climatical conditions on growth and flower yield of *Anthurium andreanum*. Acta Hort. 51:63-68.
23. Maler T. E., B. Schaffer, and J. H. Crane. 1994. Developmental light level affects growth, morphology, and leaf physiology of young carambola trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119(4):711-718.
24. Menzel C. M. and D. R. Simpson. 1988. Effect of continuous shading on growth, flowering and nutrient uptake of passionfruit. Scientia Hort. 35:77-88.
25. Phillips, I. D. J. and R. L. Jones. 1964. Gibberellin like activity in bleeding sap of

- root system of *Helianthus annuus* detected by a new dwarf pea epicotyl assay and other methods. *Planta* 63:269-278.
26. Sarracino, J. M., R. Merritt, and C. K. Chin. 1992. Light acclimatization potential of *Leea coccinia* and *Leea rubra* grown under low light flux. *HortScience* 27(5):404-406.
 27. Schaffer, B. and G. O. Gaye. 1989. Gas change, chlorophyll and nitrogen of mango leaves as influenced by light environment. *HortScience* 24(3):507-509.
 28. Scholefield, P. B., M. Sedgley, and D. McE. Alexandeo. 1985. Carbohydrate cycling in relation to shoot growth floral initiation and development and yield in the avocado. *Scientia Hort.* 25:99-110.
 29. Sedgley, M., M. A. Blesing, and H. L. Vithanage. 1985. Inhibition of flowering of Mexican and Guatemalen type avocados under tropical conditions. *Scientia Hort.* 25:21-30.
 30. Shu, Z. H., D. N. Wang, and T. F. Sheen. 1990. Techniques for producing off season wax-apples. pp.27-37. In: International Symposium on Off-season Production of Horticultural Crops. Food and Fertilizer Technology Center Book Series No.41.
 31. Sitton, D., C. Itai, and H. Kende. 1967. Decreased cytokinin producing in the roots as a factor in shoot senescence. *Planta* 73:296-300.
 32. Snelgar, W. P. and G. Hopkirk. 1988. Effect of overhead shading on yield and fruit quality of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *J. Hort. Sci.* 63(4):731-742.
 33. Syvertsen, J. P. and M. L. Jr. Smith. 1984. Light acclimation in citrus leaves. I. Changes in physical characteristics chlorophyll and nitrogen content. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109(6):807-812.
 34. Wareing, P. F. 1970. Growth and its co-ordination in trees, pp.1-21. In: L. C. Luckwill and C. V. Cutting (eds) *Physiology of tree crops* Academic, London.
 35. Williamson, J. G. and D. C. Coston. 1990. Planting method and irrigation rate influence vegetative and reproductive growth of peach planted at high density. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115:207-212.

Influence of Shading on Flower Forcing Effect in Adult Wax Apple Trees

Rong-Mao Lai¹ Yau-Shiang Yang²

Summary

The growth and physiological responses of the off-season production and flower forcing due to shading system was conducted in this study. Wax apple of 12-year-old with secondary shoots were covered with 60% or 95% shading net for 40 days, and flower forcing treatment were treated afterwards. The results showed that the 95% shading treatment decreased number, length and dry matter weight, of new shoots. However, flower cluster and flower number were significantly more than those of low shading and unshading treatments. The water content of shoot and leaf increased after shading treatment. From the observation of leaf tissues with the shading treatment, cells of palisade tissue were shorter and spongy tissues were less developed in the new shoot leaves, consequently, the leaves were thinner. The darker luminance was conducted through shading treatment, the higher content of chlorophyll per unit was found in the leaves of new shoots. Photosynthetic rate and photosynthetic production accumulation decreased significantly, meanwhile, root growth and shooting were inhibited. The data also showed the tendency of decreasing the carbohydrate content and increasing total nitrogen content at the end of shading treatment. The low C/N ratio had no direct implication in wax apple flowering.

Key words : Wax apple, Shading, Forcing culture, Flower forcing

¹Assisant Researcher of Kaohsiung District Agricultural Improvement Station.

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