

'粉紅'蓮霧遮陰時間對乙烯之誘導及開花之影響

范俊傑¹⁾ 謝慶昌²⁾

關鍵字：'粉紅'蓮霧、乙烯、遮陰、花芽分化

摘要：蓮霧催花之前進行黑網遮陰處理是產期調節中重要步驟，主要在黑網遮陰下能抑制生長勢，在催花後開花效果才會穩定，但是在各個栽培者產期調節處理方法差異大，並將其視為商業機密。本研究以蓮霧遮陰時間在 30、40、50、60 天及對照組不遮陰試驗，經催花後 21 天的開花率以遮陰 60 天處理最高。在碳水化合物含量的變化，以 30、40、50、60 天的遮陰處理組及對照組比較，各個遮陰處理的全可溶性糖及澱粉含量均顯著較對照的含量低，全氮含量趨勢則正好相反。進一步探討葉片成熟度與乙烯生成的關係，成熟葉的乙烯生成率比淡綠色及老熟葉高。另外，再以 100ppm 磷酸二氫鉀處理，3 種葉齡的乙烯生成率都明顯增加，其中以成熟葉最高。結果顯示蓮霧催花與碳水化合物含量可能無直接相關；磷酸二氫鉀處理可有效誘發內生乙烯的生成，乙烯可能為誘導開花之重要因素之一。

前 言

蓮霧(*Syzygium samarangense* Merr.et Perry)屬桃金娘科(Myrtaceae)，熱帶常綠果樹，原產於馬來半島，以爪哇栽培最多，早在 17 世紀由荷蘭人引入台灣。早期在全國各地庭院零星栽培，1970 年代逐漸成為經濟果樹之一。蓮霧喜好在高溫多濕的環境中生長，可全年連續生長不停斷，平均每年抽 6~7 次新梢，通常會受溫度影響抽梢時間，平均每 45 天抽梢一次，因此抽梢就會消耗大量的有機及無機養分(賴及陳, 1997)。陳 (1997)指出蓮霧催花前的環刻處理、浸水處理、蓋黑網處理，以及高磷鉀的葉面施肥和地面施磷鉀肥等，其主要目的在蓄積樹體內碳水化合物，並達到抑制生長的作用來提高催花後的開花率。

1) 國立中興大學園藝學系博士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

現今蓮霧在遮陰處理的時間控制上，仍然依靠經驗判斷為主，所以蓮霧的生長樹勢、抽梢情況及栽培管理上未有固定模式，目前應用在產期調節的遮陰處理，以一次梢進行遮陰催花處理方式，一般遮陰期間 20~25 天，另外以三次梢遮陰催花處理方式，遮陰期間以 40~50 天為宜(陳及賴, 2013)。蓮霧經遮陰處理後，枝條生長受抑制且不萌發其他新梢、

葉片濃綠色、葉緣稍微向上捲及葉片下垂呈八字型等特徵為理想的催花樹勢(王及黃, 2006)。因此蓮霧遮陰下營養代謝降低及加速葉片成熟老化，推測催花時的枝條成熟度與內生乙烯有相關係，所以乙烯在蓮霧催花期開花誘導扮演重要角色；另外，在鳳梨科的作物已經明確利用乙烯氣體來誘導開花(Trusov and Botella, 2006)。另外，應用生長素也可以誘導產生內生乙烯來刺激鳳梨的花芽分化(Burg and Burg, 1966)，利用乙烯氣體誘導鳳梨科植物的開花，在許多品種有很廣泛的反應(Reid and Wu, 1992)。所以本研究試驗要針對遮陰時間長短的影響，以及催花後的開花率，進一步來探討內生乙烯在開花之相關性。

材料與方法

(一) 遮陰時間對'粉紅'蓮霧盆栽開花之影響

1. '粉紅'蓮霧盆栽材料

試驗材料為一年生盆栽'粉紅'蓮霧，苗木選自屏東九如地區商業栽培'粉紅'蓮霧果園，經高壓繁殖發根之後剪回園藝試驗場，種植介質使用田土、蛭石及泥炭土 (4:1:1)之比例充分混合，第一步先假植在四吋盆存活後，接著進行換盆種植在一尺黑色塑膠盆，利用修剪技術讓蓮霧盆栽苗木枝條分枝平均分佈並呈現圓形狀樹冠；肥培初期葉面施用花寶 2 號(20:20:20)，至遮陰開始換施用花寶三號(10:30:20) 1000 倍，並依據生長勢來控制施肥量，另外，定期病蟲害防治，使用藥劑有益達胺、阿巴丁、大禧精、納乃得及快得寧等。

2. '粉紅'蓮霧遮陰方法

一般農民慣行的遮陰方式可分成圍裙式及包覆式，本試驗採用 3 m × 2.5 m × 1.8 m 棚架支撐黑網進行全株覆蓋遮陰，黑網透光度為 90%密度，遮陰處理之後立即拆黑網進行 KH_2PO_4 催花。

(1) 遮陰時間的處理方式及營養元素分析

盆栽蓮霧自修剪後枝條重新生長至 6 個月熟度，再分別以對照(未遮陰)、30、40、50 及 60 天進行遮陰處理，各重複數為 4 株，共 20 株，遮陰時間結束後拆除遮陰黑網，並在催花之前採集各處理葉片，至實驗室以葉圓片方式分析乙烯誘發之能力；接著進行磷酸二氫鉀(KH_2PO_4) 100 mM 催花，在催花後第 21 天及 25 天調查各處理間開花率，採計算各處理盆栽有開花株數換算開花率。營養元素分析為催花後 21 天各處理的葉片，採樣部位以頂芽下第二對葉。

(2) 蓮霧葉片成熟度在乙烯誘發能力

本試驗蓮霧葉片成熟度，將蓮霧葉片分成淡綠色葉(25-30 天)、成熟葉(120-150 天)及老葉(200 天以上)三種，採集葉片後利用范(2007)建立誘發乙烯的方法，打葉圓片 7 片置在 25 mL 三角瓶中培養，同時添加 2 mL 的對照(去離子水)及 100mM 磷酸二氫鉀誘導乙烯。

(二) 乙烯及呼吸率之測定方法

材料取自中興大學園藝試驗場進行試驗的'粉紅'蓮霧盆栽，採各個成熟度和遮陰處理後的葉片，採下後回實驗室，葉片用自來水沖洗乾淨拭乾，再用 1.1 cm 打洞器打 7 片葉圓片，經秤重後放入 25 mL 三角瓶中，每個處理五重複，分別添加 2 mL 的去離子水(對照)及 100mM KH_2PO_4 ，結束後用血清塞封口，恆溫 25°C 環境下，連續測定三天，密閉計時 6 小時，測量呼吸率及乙烯釋放率測定(范, 2007)。

試驗處理後乙烯測定是採用塑膠針筒抽取 1 mL 樣品，打入裝有填充氧化鋁(mesh size 80/100)之不鏽鋼管 column(6mm x 2m)的氣相層析儀(gas chromatograph, Shimadzu. Model GC-8A, Japan)和配有火焰離子探測器(FID) 來測量乙烯濃度，同時注射口、不鏽鋼管 column 和火焰離子探測器的溫度分別在 130、90 和 130°C。最後經公式換算得到乙烯釋放率，單位以 $\mu\text{LC}_2\text{H}_4 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ 表示。呼吸率測定係利用紅外線二氧化碳分析儀(IR-CO2 analyzer, Maihak, UNOR610)來測量處理樣品內二氧化碳濃度，並換算呼吸率，單位以 $\text{mLCO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ 表示。

(三) 碳水化合物及營養元素的測定

1. 全可溶性糖之測定

將採收回實驗室枝葉先以自來水清洗表面灰塵，接著以 1% HCl 溶液迅速過水，之後再用蒸餾水沖洗三次，清洗時間要迅速過程不要超過 1 分鐘。清洗完成後立刻用牛皮紙袋裝起來，在進入烘箱以 100°C 殺菁 1 小時，接著調降 70°C 烘乾，最後用磨粉機將乾燥後樣品葉片磨成粉末。取試驗樣品粉末 0.1g 放入 50 mL 離心管中，加入 10 mL 蒸餾水，接著置放在水浴機中震盪，控制溫度在 30°C 震盪 3 個小時，震盪期間需每隔一小時攪拌一次，最後以 9000xg 離心 10 分鐘，取上清液提供作全可溶性糖測定，並將粉末殘渣置於 70°C 烘箱內烘乾作為澱粉分析用。再取經離心過濾後上澄清液，再取 2 mL 稀釋液加 0.1 mL 石碳酸(liquid phenol)及 6 mL 濃硫酸混合均勻，放置 30 分，接著以分光光度計(spectrophotometer, shimadzu UV-200S)，波長測定以 490 nm 之吸收值。標準品曲線以 0.5 $\mu\text{mole/mL}$ D-glucose 配置，測得到數值經過換算最後單位以%表示(Yoshida *et al.*, 1976)。

2. 澱粉之測定

採用 Dubois 等人(1956)之方法，將上述以 70°C 烘乾之殘渣粉末，加入 2 mL 去離子水，放入沸水中煮 15 分鐘，取出後需要快速冷卻，加入 2ml 9.2N HClO_4 混合均勻，再加蒸餾水 6ml，並以 1300xg 離心 10 分鐘，抽取上清液 0.1ml 再加入 1.9ml 蒸餾水，加 0.1ml 石碳酸(liquid phenol)及 6ml 濃硫酸混合均勻，放置 30 分，以分光光度計

(spectrophotometer, shimadzu UV-200S)，波長測定以 490nm 之吸收值。標準品曲線以 0.5 μ mole/mL D-glucose 配置，測得到數值經過換算最後單位以%表示(Yoshida *et al.*, 1976)。

3. 全氮分析

將採收回實驗室枝葉先以自來水清洗表面灰塵，接著以 1% HCl 溶液迅速過水，之後再用蒸餾水沖洗三次，清洗時間要迅速過程不要超過 1 分鐘。清洗完成後立刻用牛皮紙袋裝起來，在進入烘箱以 100 $^{\circ}$ C 殺青 1 小時，接著調降 70 $^{\circ}$ C 烘乾，最後用磨粉機將乾燥後樣品葉片磨成粉末。

採用 Miller 和 Houghton (1945)的 Micro-Kjeldahl 法，精秤 0.2g 樣品粉末，包在濾紙(Whatman #1)中，放入分解試管並加入 1g 凱氏氮催化劑(Merck 8030)及 4.5mL 濃硫酸，放置在分解爐上加熱 2.5-3 個小時，當樣品分解至澄清或淡綠色時取出，冷卻後加入 15mL 去離子水，倒入 Micro-Kjeldahl 裝置之容器中，加入 20mL 12N NaOH，並以裝有 2% boric acid 20mL 之指示劑(含有 19 μ M Bromocresol green 及 25 μ M Methyl Red)之塑膠燒杯接收蒸餾出之氨水，至燒杯內溶液體積達 50 mL 時取出，以 1/14N H₂SO₄標準酸滴定，經換算得到氮含量之百分比

(三) 統計分析

試驗設計採完全隨機設計(completely randomized design, CRD)，試驗數據利用 CoStart 6.1 軟體(CoHort software, Monterey, CA, USA)進行變方分析(analysis of variance, ANOVA)，並以 LSD 法(Least Significant Difference test)試驗分析各處理平均值差異，同欄內相同英文字母表示未達 $P \leq 0.05$ 的顯著水準。

結 果

(一) 遮陰時間對催花後開花之影響

蓮霧遮陰處理是產期調節催花必要的條件，本試驗做蓮霧遮陰時間 30、40、50、60 天處理組及對照組(CK)處理試驗，經拆黑網及催花動作後，調查第 21 天蓮霧的開花率，在 60 天遮陰之下的開花率有 75%，另外在 50、40、30 天遮陰處理組及對照處理組則未開花；隨後到第 25 天的開花率，在 60 天及 50 天遮陰處理的開花率分別有 75%及 25%，另外 40、30 天及對照組則仍未開花(圖 1)。結果顯示，蓮霧催花前的遮陰處理時間至少需要 50 天以上的遮陰處理。

(二) 遮陰時間對催花後碳水化合物之影響

蓮霧在不同遮陰時間處理後，經過催花處理後第 21 天對照組(CK)全可溶性糖為 6.5%，遮陰 60、50、40、30 天之處理，全可溶性糖分別為 5.8%、5.4%、5.3%及 6.1%明顯較對照組低。澱粉在對照組為 6.8%，遮陰 60、50、40、30 天之處理，澱粉分別為 4.0%、4.1%、

3.5%及 4.2%；全氮在對照組為 0.9%，遮陰 60、50、40、30 天之處理，全氮分別為 1.2%、1.4%、1.4%及 1.3%（圖 2）。全可溶性糖及澱粉含量在各個遮陰處理時間和對照組比較，經過遮陰處理有顯著較低的濃度，全氮含量變化則相反。

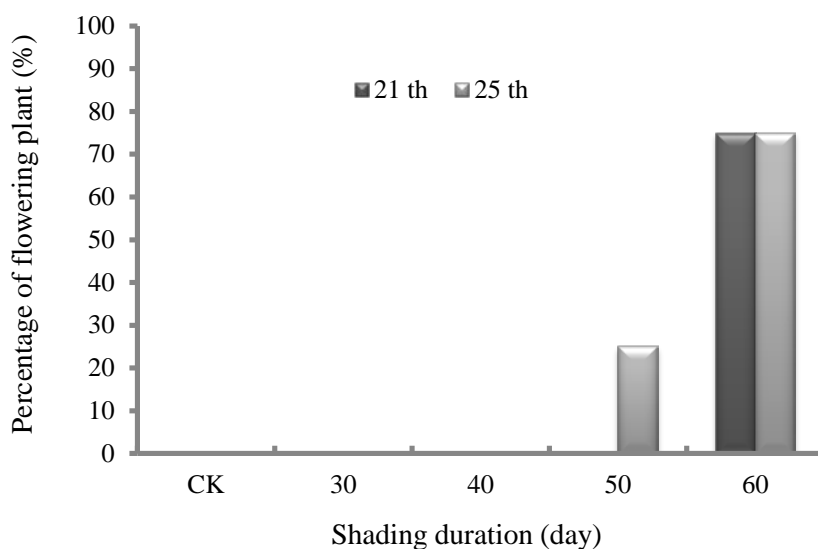


圖 1. 遮陰時間對'粉紅'蓮霧在催花後第 21 及 25 天開花率之影響

Fig. 1. Effects of shade duration on the percentage of flowering shoot at 21th and 25th days after forcing treatment of 'Pink' wax-apple.

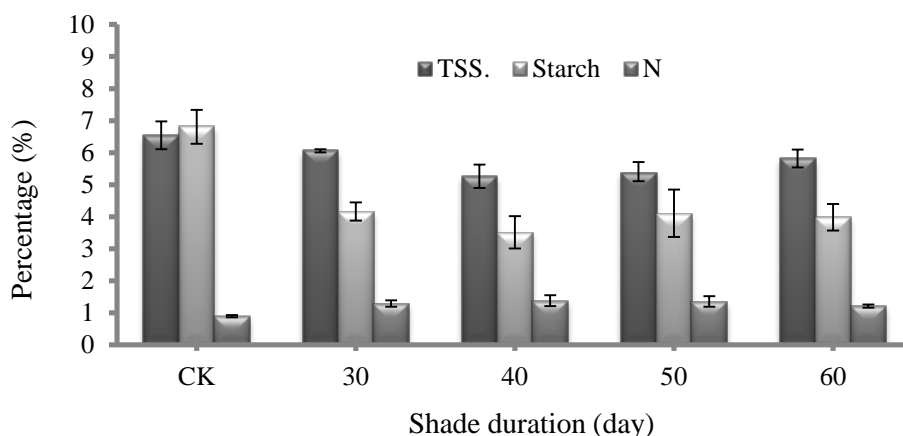


圖 2. 遮陰時間對催花 21 天'粉紅'蓮霧葉片中全可溶性糖、澱粉及全氮之影響

Fig. 2. Effects of shade duration on the percentage of total soluble sugar、starch and nitrogen of 'Pink' wax-apple leaf at the 21th day after force treatment.

(三)遮陰時間對催花後乙烯及呼吸率之影響

一般蓮霧的乙烯生成率和葉片成熟度有關。所以淡綠色、成熟葉及老熟葉的乙烯合成速率皆不一致，處理當天對照組葉圓片乙烯生成量分別為 0.5、0.3 及 0.1 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ 沒顯著差異；蓮霧葉圓片培養後第一天乙烯生成率在淡綠色葉 2.9、成熟葉 0.6 及老熟葉 0.4 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ ，以淡綠色葉有顯著較高；第二天乙烯生成率在淡綠色葉 1.4、成熟葉 1.4 及老熟葉 0.6 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ ，淡綠色葉及成熟葉有顯著差異；第三天乙烯生成率在淡綠色葉 0.9、成熟葉 1.1 及老熟葉 0.7 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ ，在成熟葉顯著差異，接著依序為淡綠色葉及老熟葉最低。另外，若蓮霧葉圓片添加 100 mM 磷酸二氫鉀處理試驗當日乙烯生成率分別為 0.5、0.3 及 0.2 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ 三者間沒顯著差異；第一天乙烯生成率在淡綠色葉 1.3、成熟葉 5.6 及老熟葉 0.9 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ ，以成熟葉處理顯著高於淡綠色葉及老熟葉；第二天乙烯生成率在淡綠色葉 8.9、成熟葉 17.6 及老熟葉 3.7 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ ，以成熟葉最高其次為淡綠色葉，最低為老熟葉；第三天乙烯生成率在淡綠色葉 10.4、成熟葉 17.3 及老熟葉 3.2 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$ ，在成熟葉仍是最高(表 1)。

表 1. 葉片成熟度對'粉紅'蓮霧葉圓片經 KH_2PO_4 誘導乙烯釋放率之影響。

Table.1. Effects of leaf maturity on the ethylene production rate by KH_2PO_4 treatment of leaf discs of 'Pink' wax-apple.

Incubation (days)	Ethylene production rate ($\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$)			
	light green leaf ^Z	mature leaf	old leaf	
- KH_2PO_4	0	0.5a ^X C ^W	0.3a B	0.1a C
	1	2.9a A	0.6b B	0.4b B
	2	1.4a B	1.4a A	0.6b A
	3	0.9b BC	1.1a A	0.7c A
	Total average	5.7	3.4	1.8
+ KH_2PO_4	0	0.5a B	0.3a C	0.2a B
	1	1.3b B	5.6a B	0.9b B
	2	8.9b A	17.6a A	3.7c A
	3	10.4b A	17.3a A	3.2c A
	Total average	21.1	40.8	8

^Z: leaf maturity ; ^x: means separation within columns by LSD test at $p \leq 0.05$.

^w: means separation within rows by LSD test at $p \leq 0.05$.

另外，在 CO₂ 產生量速率變化，蓮霧葉圓片培養當天，淡綠色葉為 220.2、成熟葉 239.4 及老熟葉 162.0 mL CO₂ · kg⁻¹ · hr⁻¹，主要在成熟葉及淡綠色葉呼吸率有顯著高於老熟葉的呼吸率；接著第一天呼吸率在淡綠色葉、成熟葉及老熟葉，處理間並沒有顯著差異，呼吸率在 192.3 至 204.3 mL CO₂ · kg⁻¹ · hr⁻¹ 範圍之間；第二天呼吸率在淡綠色葉、成熟葉及老熟葉，處理之間亦沒有顯著差異，呼吸率在 217.3 至 242.9 mL CO₂ · kg⁻¹ · hr⁻¹ 範圍之間；第三天呼吸率在淡綠色葉及老熟葉有顯著差異，呼吸率分別在 209.0 及 217.0 mL CO₂ · kg⁻¹ · hr⁻¹，在成熟葉的呼吸率有比較低呼吸率數值在 164.0 mL CO₂ · kg⁻¹ · hr⁻¹。另外，在蓮霧葉圓片添加 100 mM 磷酸二氫鉀處理試驗當日 CO₂ 產生量，在淡綠色葉、成熟葉及老熟葉的呼吸率之間沒有顯著差異，數值在 256.6 至 300.6 mL CO₂ · kg⁻¹ · hr⁻¹；接著第一天呼吸率在淡綠色葉、成熟葉及老熟葉，處理間並沒有顯著差異，呼吸率在 247.6 至 269.2 mL CO₂ · kg⁻¹ · hr⁻¹ 範圍之間；第二天呼吸率在淡綠色葉、成熟葉及老熟葉，處理間亦沒有顯著差異，呼吸率在 229.0 至 284.6 mL CO₂ · kg⁻¹ · hr⁻¹ 範圍之間；第三天呼吸率，在淡綠色葉處理則具有顯著差異，呼吸率在 277.9，另外在成熟葉及老熟葉分別在 216.6 及 215.6 mL CO₂ · kg⁻¹ · hr⁻¹ (表 2.)；在蓮霧葉片成熟度試驗處理凡是有經添加 100 mM 磷酸二氫鉀試驗處理，其乙烯生成率及呼吸率均有較對照(未處理)高。

表 2. 葉片成熟度對'粉紅'蓮霧葉圓片經 KH₂PO₄ 誘導呼吸率之影響。

Table.2. Effects of leaf maturity on the respiration rate by KH₂PO₄ treatment of leaf discs of 'Pink' wax-apple.

Incubation (days)	Respiration rate (mL CO ₂ · kg ⁻¹ · hr ⁻¹)			
	light green leaf ^z	mature leaf	old leaf	
- KH ₂ PO ₄	0	220.2a ^x AB ^w	239.4a A	162.0b B
	1	204.3a B	198.3a B	192.3a AB
	2	242.9a A	222.5a AB	217.3a A
	3	209.0a B	164.0b C	217.0a A
	Total average	876.4	824.2	788.6
+ KH ₂ PO ₄	0	256.6a A	300.6a A	250.8a A
	1	266.2a A	269.2a AB	247.6a A
	2	284.6a A	243.3a B	229.0a A
	3	277.9a A	216.6b B	215.6b A
	Total average	1095.3	1029.7	943

^z: leaf maturity ; ^x: means separation within columns by LSD test at $p \leq 0.05$.

^w: means separation within rows by LSD test at $p \leq 0.05$.

接著在不同遮陰時間 CK、30、40、50 及 60 天的葉片圓片乙烯釋放率，在對照處理試驗當日的蓮霧葉圓片乙烯釋放率之間沒有顯著差異；第一天乙烯生成率在 30 及 40 天遮陰處理有顯著增加，其他處理沒有顯著差異；第二天乙烯釋放率在各處理間逐漸下降，以對照組最顯著低，第三天也是呈現降低趨勢，每個處理間以 30 天顯著差異，依序 60、40、50 及 0 天。另外，蓮霧葉圓片添加 100 mM 磷酸二氫鉀處理試驗當日，每個處理間乙烯生成率有顯著差異，以對照組(未遮陰)最顯著，但是第一天開始，各個處理乙烯生成率均顯著增加，主要以對照組最高接著依序 40、50、30 及 60 天逐漸降低；第二天乙烯生成率以 50 及 60 天最高，其他之間的處理則逐漸降低；第三天乙烯生成率則逐漸降低，每個處理之間沒有顯著差異(表 3)。

表 3. 遮陰處理時間對'粉紅'蓮霧葉圓片乙烯釋放率之影響。

Table. 3. Effects of shaded time on the ethylene production rate of leaf discs of 'Pink' wax-apple.

Incubation (days)	Ethylene production rate ($\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{hr}^{-1}$)					
	0 ^y	30 D ^z	40 D	50 D	60 D	
- KH_2PO_4	0	0.1a ^x C ^w	0.1a C	0.0a C	0.1a C	0.0a C
	1	1.0b A	2.0a A	2.0a A	1.0b A	1.0b A
	2	0.3b B	0.8a B	1.0a B	0.7a B	1.0a A
	3	0.4c B	0.8a B	0.5bc B	0.4c B	0.7ab B
	Total average	1.8	3.8	3.5	2.2	2.7
+ KH_2PO_4	0	0.2a C	0.1ab C	0.1ab C	0.0b C	0.1ab C
	1	7.9a A	5.4ab A	7.1ab A	6.3ab A	4.6b AB
	2	5.7ab AB	4.9ab AB	2.5b B	7.8a A	7.1a A
	3	2.8a BC	3.7a B	2.9a B	2.5a B	2.2a BC
	Total average	16.6	14.1	12.6	16.6	14

^z: Shading time

^y: CK : non-shading

^x: means separation within columns by LSD test at $p \leq 0.05$.

^w: means separation within rows by LSD test at $p \leq 0.05$.

接著呼吸率在對照組部分，處理當日以對照處理最顯著，其他處理呼吸率在 90.1 至 100.5 mL CO₂·kg⁻¹·hr⁻¹之間；第一天的呼吸率以對照(CK)最高 187.4 mL CO₂·kg⁻¹·hr⁻¹呈顯著差異，另外 60、50、40、30 天遮陰處理呼吸率在 88.2 至 110.6 mL CO₂·kg⁻¹·hr⁻¹之間；從第二天開始到第三天呼吸率則是呈現下降趨勢，在處理之間以對照組呼吸率最高(圖 2-7 A.)。接著蓮霧葉圓片添加 100 mM 磷酸二氫鉀處理試驗當日，以對照處理呼吸率在 243.5 mL CO₂·kg⁻¹·hr⁻¹，呈現顯著較高，其他 60、50、40、30 天遮陰的處理，呼吸率在 138.9 至 157.1 mL CO₂·kg⁻¹·hr⁻¹ 之間，沒有顯著差異；第一天的呼吸率以對照最高 276.5 mL CO₂·kg⁻¹·hr⁻¹呈顯著差異，另外 60、50、40、30 天遮陰處理呼吸率在 133.3 至 148.9 mL CO₂·kg⁻¹·hr⁻¹之間；從第二天開始到第三天呼吸率則是呈現下降趨勢，在對照與處理之間還是有顯著的差異(表 4.)。

表 4. 遮陰處理時間對粉紅蓮霧葉圓片呼吸率之影響。

Table 4. Effects of shaded time on the respiration rate of leaf discs of 'Pink' wax-apple.

Incubation (days)	Respiration rate (mL CO ₂ · kg ⁻¹ · hr ⁻¹)					
	0 ^y	30 D ^z	40 D	50 D	60 D	
- KH ₂ PO ₄	0	169.2a ^x AB ^w	90.1b A	91.7b B	87.9b B	100.5b A
	1	187.4a A	88.2c A	110.6b A	105.3bc A	101.1bc A
	2	160.0a B	64.9c A	86.6b B	80.1bc B	70.5bc B
	3	164.4a B	74.2b A	66.1bc C	57.6c C	65.1bc B
	Total average	681	317.4	355	330.9	337.2
+ KH ₂ PO ₄	0	243.5a AB	138.9b A	157.1b B	139.4b A	150.2b A
	1	276.5a A	133.3b A	148.9b A	142.5b A	133.8b A
	2	228.8a B	88.3b B	85.1b B	108.0b B	97.4b A
	3	183.7a C	73.5b B	82.1b C	81.3b C	77.8b A
	Total average	932.5	434	473.2	471.2	459.2

^z: Shading time

^y: CK : non-shading

^x: means separation within columns by LSD test at $p \leq 0.05$.

^w: means separation within rows by LSD test at $p \leq 0.05$.

討 論

目前蓮霧產期調節技術主要需要配合遮陰處理，在蓮霧催花後的成功率才會高，遮陰的處理調控時間，因栽培習慣而異，一般在蓮霧催花前的環剝處理、浸水處理、蓋黑網處理，以及高磷鉀的葉面施肥和地面施磷鉀肥等，其主要目的在蓄積樹體內養分，並達到抑制營養生長的作用來提高催花後的開花率(陳, 1997; 趙等, 2005)。前人研究，蓮霧以 95% 及 50% 的黑網遮陰 40 天後進行催花，結果顯示，遮陰強度愈強促使植株抽梢減少且縮短，新梢及細根的乾物重都顯著減少，遮陰處理催花後，開花率都顯著高於未遮陰處理，經由遮陰處理的枝條及葉片的水分含量都呈現增加，在葉片的觀察，遮陰之後葉片厚度減少，其中幼葉的柵狀組織發育較短及海棉組織也較不發達，幼梢葉片的單位面積葉綠素的含量隨著遮陰程度而增加，但是成熟葉片在遮陰前及後的葉綠素變化較少(賴及楊, 1997; 賴, 2000)。蔡 (2008)指出蓮霧在遮陰處理期間在葉片及枝條的碳水化合物都有顯著降低，接著呈微幅波動。葉片澱粉含量則隨季節逐漸降低，而枝條則呈現增加的趨勢。另外，在葉片及不同長度的枝梢，經遮陰處理氮含量明顯比對照者增加。遮光處理期間在不同梢段中葉片的碳(非結構性碳水化合物)氮比(TNC/N ratio)會逐漸下降，但是未遮陰處理著隨季節顯著逐漸增加。本試驗蓮霧在不同遮陰時間處理後與前人研究有相似結果，結果顯示遮陰低光照導致光合產物減少，樹體生長新陳代謝速率同樣降低，所以遮陰處理除了加強抑制生長，同時也改變樹體內的碳水化合物含量，因此遮陰後催花的開花率會比較高。

本研究遮陰處理在對照組、30、40、50 及 60 天後，採取葉片進行葉圓片培養，在未加 KH_2PO_4 的乙烯誘發合成率以 30 及 40 天最高，經由添加 100 mM 磷酸二氫鉀誘發處理，葉片乙烯誘發合成率，培養第一天以對照組(未遮陰)的處理最高，第二天以 50 及 60 天處理的乙烯誘發生成能力最高，經由比較乙烯誘發生成能力與開花率之影響，在遮陰 50 及 60 天的處理有開花，顯示遮陰處理後，葉圓片乙烯誘發生成能力高與開花有關聯性。此結果與擎天觀賞鳳梨(*Guzmania lingulata* Mez. 'Minor')的內生乙烯含量與開花誘導有正相關(De Proft *et al.*, 1984)相似。而鳳梨在乙烯催花後，在花序之前葉片基底白色組織產生乙烯(Bartholomew, 1977; Min and Bartholomew, 1996)，顯示，蓮霧遮陰後誘導的乙烯合成，並未一致隨著遮陰的時間增加而顯著上升，但遮陰的處理亦有誘發葉片乙烯合成之現象，顯然是 KH_2PO_4 催花後刺激乙烯的誘導，進而促進催花之效果。

而遮陰處理後進行催花處理後，第 21 天蓮霧的開花率，在 60 天遮陰之下的開花率有 75% 率，另外，在 50、40、30 天遮陰及對照處理則未開花；隨後調查第 25 天的開花率，在 60 天及 50 天遮陰處理的開花率分別有 75% 及 25%，另外，在 40、30 天及對照處理則未開花。賴(2000)指出蓮霧要提早催花，遮陰時間增加可加重生長逆境，遮陰期間，遇到多日陰雨天，則遮陰時間要縮短，遮陰造成樹冠內的葉片向下成為八字型下垂，且避免因葉片過度的遮陰造成嚴重老化落葉的現象。蓮霧樹勢及枝梢弱化後，催花藥劑刺激誘導，促使蓮霧開花，而根是產生細胞分裂素(cytokinins) (Sitton *et al.*, 1967)、激勃素(GA_3)

(Phillips *et al.*, 1964)及 胺基酸 (Wareing, 1970) 的器官，所以遮陰後，調節並改變地上部及地下部的碳氮比與荷爾蒙含量，而促使蓮霧開花，因此，適當的逆境是催花成功之關鍵。

一般在低光照下環境下，許多花壇植物像是在日日春(*Catharanthus roseus* L.)、藿香薷(*Ageratum houstonianum* L.)、秋海棠(*Begonia ×semperflorens-cultorum* L.)、萬壽菊(*Tagetes erecta* L.)、非洲鳳仙花(*Impatiens wallerana* L.)、紅花鼠尾草(*Salvia coccinea* L.)、矮牽牛(*Petunia ×hybrida* Juss.)及百日草(*Zinnia elegans* L.)的枝條和根乾重，都隨著遮光程度增加而降低(Faust *et al.*, 2005)。果樹通常在低光照環境下常會降低碳水化合物合成，如百香果(Menzel and Simpson, 1988)、獼猴桃(Snelgar and Hopkirk, 1988) 會導致花芽誘導及分化率降低、或小果脫落如蘋果(Morandi *et al.*, 2011)或產量降低如楊桃(Maler *et al.*, 1994)等現象；蓮霧開花特性屬於花自導(flower self-induction)的中性開花植物(neutral flowering plants)，花芽創始不受光周性及春化作用的條件控制(蔣, 1988)，所以在適當人為的逆境處理，例如遮陰，讓植株生長勢弱化，再經由催花藥劑刺激產生乙烯，誘發生長逆境而達催花開花之目的。本試驗顯示，遮陰 50 天以上所誘發之適當逆境造成可溶性糖及澱粉下降，且乙烯似乎合成量較高，在經 100 mM KH₂PO₄催花誘導大量乙烯產生(范, 2007)，進而達到開花之目的。

參 考 文 獻

- 王德男、黃基偉。2006。蓮霧。台灣農家要覽(增修訂第三版) p.109-120。
- 范俊傑。2007。撲滅松及磷酸二氫鉀對'粉紅種'蓮霧開花之影響。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。
- 陳思如、賴榮茂。2013。蓮霧栽培管理要點。蓮霧健康管理栽培手冊。行政院農業委員會高雄區農業改良場編印(第二版)p.2-12。
- 陳富英。1997。從蓮霧葉片養分含量判斷蓮霧催花期。高雄區農業專訊 19。
- 趙先湘、許仁宏、李銘全。2005。'粉紅'蓮霧無機營養的管理。(顏昌瑞 柯立祥 主編) 蓮霧產業發展研討會專刊 p.108-121。
- 蔣明南。1988。園藝作物開花創始之研究。中國園藝 34：1-12。
- 賴榮茂、陳富英。1997。蓮霧。高雄區重要經濟果樹 p.21-36。
- 賴榮茂、楊耀祥。1997。遮光對蓮霧(*Syzygium smarnense* Merr. et Perry)催花之影響。興大園藝 22：1-11。
- 賴榮茂。2000。蓮霧遮光處理應注意的事項。高雄區農業專訊 31:10-11。
- Bartholomew, D.P. 1977. Inflorescence development of pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.) induced to flower with ethephon. Bot. Gaz. 138:312-320

- Burg, S.P. and E.A. Burg. 1966. Auxin-induced ethylene formation: its relation to flowering in pineapple. *Science* 152: 1269.
- De Proft, M.P., L. Jacobs, and J.A. De Greef. 1984. Endogenous ethylene production and flowering of Bromeliaceae. In: pp. 165– 166. Fuchs, Y., Chalutz, E. (Eds.), *Ethylene: Biochemical, Physiological and Applied Aspects*. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, The Hague.
- DuBois, M., K. A. Gilles, J. K. Hamilton, P.A. Rebers and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal Chem.* 28: 350-356.
- Faust, J.E., V. Holcombe, N.C. Rajapakse, and D.R. Layne. 2005. The effects of daily light integral on bedding plant growth and flowering. *HortScience* 40:645-649.
- Inoue, H. 1989. Effects of soil drought and temperature on flower bud differentiation of *satsuma mandarin*. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 58(3):581-585.
- 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.
- 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.
- Miller, L. and J.A. Houghton. 1945. The micro-Kjeldahl determination of the nitrogen content of amino acids and proteins. *J. Biol. Chem.* 159:373-383.
- Min X. J. and D.P. Bartholomew. 1996. Effect of plant growth regulators on ethylene production, 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid oxidase activity, and initiation of inflorescence development of pineapple. *J. Plant Growth Regul.* 15:121-128.
- Morandi, B., M. Zibordi, P. Losciale, L. Manfrini, E. Pierpaoli, and L. C. Grappadelli. 2011. Shading decreases the growth rate of young apple fruit by reducing their phloem import. *Sci. Hortic.* 127:347-352
- 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.
- Reid, M.S. and M.J. Wu. 1992. Ethylene and flower senescence. *Plant Growth Regul.* 11: 37-43.
- Serrano, M., F. Romojaro, J.L. Casas, and M. Acosta. 1991. Ethylene and polyamine metabolism in climacteric and nonclimacteric carnation flowers. *HortScience* 26(7): 894-896.
- Sitton, D., C. Itai, and H. Kende. 1967. Decreased cytokinin producing in the roots as a factor in shoot senescence. *Planta* 73:296-300.

- 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.
- Southwick, S. M. and T. L. Davenport. 1986. Characterization of water stress and low temperature effects on flower induction in citrus. Plant Physiol. 81:26-29
- Trusov, Y. and J.R. Botella. 2006. Silencing of the ACC synthase gene ACACS2 causes delayed flowering in pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.). J. Expt. Bot. 57:3953-3960.
- Wareing, P. F. 1970. Growth and its co-ordination in trees. In: L. C. Luckwill and C. V. Cutting (eds). Physiology of Tree Crops Academic. pp.1-21 London.
- Yoshida, S., D. Forno, J. Cock, and K. Gomez. 1976. Determination of sugar and starch in plant tissue. Int. Rice Res. Inst. P.46-49.

Effects of Shaded Time on the Ethylene Production Rate of Leaf Discs and Flowering of 'Pink' Wax-apple

Jun-Jie Fan ¹⁾ Ching-Chang Shiesh ²⁾

Key words: 'pink' wax apple, ethylene, Shading, flower bud differentiation

Summary

Shading treatment with black net is an important step to achieve off-season production of wax apple, it is because shading with black net may inhibit growth vigor and induce stable flowering after flower forcing. However, the off-season production techniques utilized by each grower are varied and viewed as commercial secrets. In the present study, effects of various shading duration (30, 40, 50, and 60 days) on flowering of wax apple were compared using non-shading trees as control. Our results indicated that highest flowering rate at 21 days after flower forcing is obtained in 60 days of shading treatment.

The total soluble sugar and starch contents of wax apple received 60, 50, 40, or 30 days of shading treatment was lower than that without shading (control) but opposite result was noticed in nitrogen content. The investigation of ethylene production in leaves at different maturity stages revealed that mature leaves had the highest ethylene production compared to light green and senescence leaves. Furthermore, the foliar application of 100 mM potassium dihydrogen phosphate resulted in an increase of ethylene production in all leaves tested especially in mature leaves. These results indicated that the outcome of flower forcing is not directly related to the carbohydrate content, foliar spray of potassium dihydrogen phosphate may induce internal ethylene production. Overall, ethylene may play a key role in the regulation of flowering.

1) Graduate student. Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

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

Corresponding author.