

日長及除葉對鳳梨釋迦開花之影響

林 沛 儒¹⁾ 林 慧 玲²⁾

關鍵字：鳳梨釋迦、日長、開花、除葉

摘要：番荔枝科植物一般認為對光週期不敏感，但近年研究顯示，秋冬季短日下實施暗期中斷能顯著提升番荔枝之開花率，疑似長日開花作物。本試驗於夏秋長日環境下，以 100% 遮光處理使日長為 9 小時，並選取部分枝條全部除葉，調查日長對鳳梨釋迦開花之影響。結果顯示，9 小時短日處理對鳳梨釋迦花苞萌出時間、花芽率及每芽花數等開花表現皆無顯著影響，僅降低全株總花數。除葉枝條仍會開花，但後期開花率和每芽花數會顯著較低。整體而言，鳳梨釋迦在日長 9 小時之短日條件及除葉下仍可開花。

前 言

番荔枝科(Annonaceae)番荔枝屬(*Annona*)植物，原產於熱帶美洲，為半落葉性小喬木，臺灣現今以栽種番荔枝(*Annona squamosa* L.)和鳳梨釋迦(*Annona cherimola* × *Annona squamosa*)為主，最大產地位於臺東(盧與江，2013)。

鳳梨釋迦葉柄基部藏有該節位之腋芽，無論何時除去葉片，皆可促使芽體打破休眠，從葉腋萌發並且開花(Olesen and Muldoon, 2009)。農民常於夏季做修剪，目的在維持樹勢並進行產期調節，疏枝後選擇生長勢健壯之枝條，留 2-3 芽短截，並去除節上葉片，以該節位上萌發之花芽作為冬季結果枝(盧等，2010)。

光照對番荔枝科植物開花之影響不明，一般認為其對光週不敏感。盧與江(2011)以夜間燈照處理中斷暗期，發現能夠顯著促進 10 月後番荔枝之開花和產量增加，如中斷 1 小時，能提高開花率至 88.4%；中斷 2 小時，枝條平均花數顯著上升。因此，本試驗於鳳梨釋迦修剪除葉後，處理不同日長，目的在了解其開花是否與光照有關。

已知植物成熟葉片之光受體能夠接收外界刺激，感受光週期(photoperiodism)變化，促

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教授，通訊作者。

使合成開花素(florigen)，誘導開花(Taiz and Zeiger, 2010)。試驗期間，部分枝條全枝除葉，並於基部環剝，以調查鳳梨釋迦在無葉片感光之下能否開花。

材 料 與 方 法

一、試驗材料與方法

本試驗材料為 6—8 年生之鳳梨釋迦(*Annona cherimola* × *Annona squamosa*)植株，栽種地點位於霧峰中興大學園藝試驗場葡萄中心(24° 4'N, 120° 46'E)。栽培方法比照一般田間管理，於 3 月強剪促使萌發春梢，以當年萌發之新梢作為試驗枝條。

於民國 102 年 9 月 13 日進行除葉和短日處理。植株除葉方式參考 Soler 與 Cuevas (2009) 之做法，於末梢往回數第 5 節上方去頂，並去除第 5 和第 6 節葉片，露出 2 節位葉柄基部之芽體，其中每株選取 10 個枝條進行全枝除葉，並於基部環剝 0.5cm。除葉後實施 9 小時短日處理，採用 100% 抑草蓆搭設小型網室，於每日下午 5 點蓋網，早上 8 點掀網，對照組日照時數約 13 小時。每處理 3 重複。

二、調查項目與方法

- (一) 花苞萌出時間：從處理後第 0 天開始算起。
- (二) 花芽率：於花苞萌出後開始調查，每 2 天調查一次。花芽定義為包含花苞之芽體；萌芽定義為絨毛裂開、可見綠色葉片之芽體。花芽率算法為：總花芽數/總萌芽數 x 100%。單位以百分比表示。
- (三) 每芽花數和全株總花數：於處理後第 11 天調查。每芽花數算法為：總花數/總萌芽數。
- (四) 枝條平均花數：於處理後第 11 天調查。枝條平均花數算法為：總花數/枝條數。
- (五) 氮分析：每 2 天採樣一次，採樣部位為第 7 和第 8 節之成熟葉片，經清洗後，分別以 1% HCl 和 3 次純水涮洗。裝入牛皮紙袋以 100°C 殺菁 1 小時後，在 70°C 下烘乾並磨粉。

採用 Micro-Kjeldahl 之方法。精秤 0.2g 樣品乾重，以 Whatman#1 濾紙包好投入氮分解用長試管，加入 1g 凱氏氮催化劑(Selenium reagent mixture, Merck 8030)和 4.5ml 95% 濃硫酸(聯工)，置入高溫分解爐，在 380—410°C 下分解 2.5—3 個小時，期間每 0.5—1 小時以溶液潤洗管壁殘渣，直至顏色呈淡綠或澄清，加入 15ml 純水。震盪後倒入 Micro-Kjeldahl 裝置瓶內，加入 20ml 12N NaOH 進行蒸餾，蒸餾出之氨氣以裝有 20ml 凱氏氮指示劑(含 Bromocresol green 19μM 和 Methyl red 25μM)之塑膠燒杯承接蒐集，待杯中溶液達 50ml 時取出，以 1/14N H₂SO₄ 標準酸滴定，計算樣品氮含量，單位以百分比表示。

(六) 碳水化合物分析：

參考 Dubois(1956)之方法。精秤 0.1g 樣品乾重於 10ml 離心管中，加入 10ml 純水後，用彈珠卡住管口以防蒸散，在 30°C 水浴震盪 3 小時，期間不時攪拌，結束後以 4000rpm

離心 10 分鐘，並用濾紙 Miracloth(Merck)過濾，分開上清液及殘渣。

上清液用以分析全可溶性糖。取 0.2ml 上清液，加入 4.8ml 純水震盪後，取 2ml 混和液，加入 0.1ml 90% liquid phenol 和 6ml H₂SO₄ 震盪反應 30 分鐘後，以分光光度計 (Spectrophotometer, Shimadzu UV-200S) 測量 490nm 之吸收值。標準曲線以 0.5μmole/ml 之 glucose 配置，單位以百分比表示。

殘渣放入烘箱中以 70°C 烘乾，用以分析澱粉。在裝有殘渣的離心管中加入 2ml 純水，震盪後用彈珠卡住管口以防蒸散，於 100°C 沸水中煮 15 分鐘，取出冷卻。加入 2ml HClO₄，震盪反應 15 分鐘後，加入 6ml 純水，以 4000rpm 離心 10 分鐘。取 0.1 ml 上清液，加入 1.9ml 純水，震盪後加入 0.1ml liquid phenol 和 6ml H₂SO₄ 震盪反應 30 分鐘後，以分光光度計 (spectrophotometer, Shimadzu UV-200S) 測量 490nm 之吸收值。標準曲線以 0.5μmole/ml 之 glucose 配置，單位以百分比表示。

(七) 全碳分析：

利用排水集氣法測定。將盛放 MnO₂ 催化劑和 0.01g 樣品乾重之瓷舟依序推入 950°C 管狀高溫爐，旋即塞緊橡皮塞反應 10 分鐘，使反應釋出之 CO₂ 流入裝有 1183ml 0.1N H₂SO₄ 之量筒。10 分鐘後關閉氣閥，記錄液面高度，以 CO₂ 樣針抽取氣體，利用 IR 檢測氣體濃度。氣體流速設定為 40—60 ml/min。單位以百分比表示。

(八) 碳氮比：

碳氮比算法為：C 含量(%) / N 含量(%)

三、統計分析

試驗結果以 SAS 9.3 軟體 (Statistical Analysis System, Institute Inc) 計算平均值，利用 ANOVA 進行變方分析和最小顯著差異 (Least significant difference method, LSD)，比較各處理間差異顯著性。

結 果

一、短日處理對鳳梨釋迦開花表現之影響

短日處理不影響可見花苞之時間，植株皆於 6—7 天陸續有花苞出現 (圖 1)。隨處理後天數漸增，花芽率也隨之增加，短日處理和對照組於處理後第 7 天之花芽率分別為 3.74% 和 3.12%，修剪後第 9 天為 19.32% 和 16.7%，第 11 天為 37% 和 41.55%，兩處理間無顯著差異 (表 1)。

於處理後第 11 天，對照組植株之每芽花數、枝條平均花數和全株總花數分別為 0.6、1.13 和 119 朵，短日處理組植株為 0.45、0.80 和 48.33 朵。整體而言，自然光照下，植株全株總花數為短日處理組之 2 倍以上，每芽花數及枝條平均花數則無顯著差異 (圖 2)。

二、全枝除葉對鳳梨釋迦開花表現之影響

進行全枝除葉之枝條，約於處理後第 7 至第 8 天開始有花苞萌出，其萌出時間較未除葉枝條晚 1—2 天(圖 1)，枝葉生長狀況也較差。於花芽率之部分，隨處理後天數漸增，除葉枝條花芽率逐漸增加。於處理後第 11 天，自然光照下，除葉枝條花芽率顯著低於未除葉枝條；9 小時短日下，除葉與未除葉處理間則無顯著差異(表 1)。

於處理後第 11 天，自然日照下，除葉枝條之每芽花數顯著較低；短日處理下，有無除葉對每芽花數無顯著影響。枝條平均花數之部分，各處理間皆無顯著差異(圖 2)。

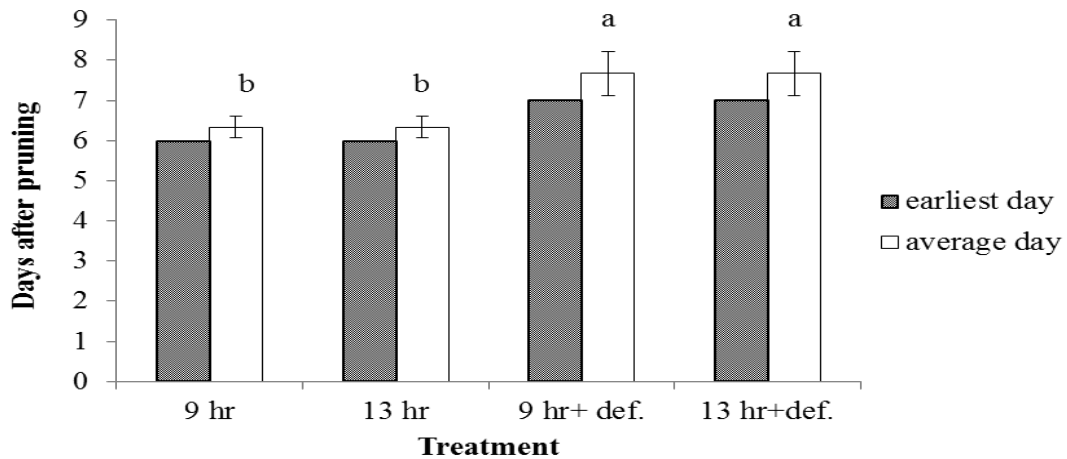


圖 1.短日處理和全枝除葉對鳳梨釋迦花苞萌出時間之影響。(def. = 全枝除葉)

Fig. 1. Effect of short-day treatment and defoliation on the first day of visible flower bud emergence of atemoya. (def. = defoliation)

表 1. 短日處理和全枝除葉對鳳梨釋迦花芽率之影響。

Table. 1. Effect of short-day treatment and defoliation on percentage of floral buds of atemoya.

Treatment	Percentage of floral buds (%)		
	7 ^z	9	11
Short-day (9 hr)	3.74 aB ^y	19.32 aAB	37.16 abA
Natural (13 hr)	3.12 aB	16.70 aB	41.55 aA
Short-day (9 hr) + defoliation	6.60 aB	14.58 aAB	27.08 abA
Natural (13 hr) + defoliation	5.08 aB	21.73 aA	18.70 bA

^z Days after treatment

^y Means separation within column (small letter) and within row (capital letter) by LSD test at 5% level.

三、短日處理對鳳梨釋迦葉片碳水化合物含量之影響

隨處理天數漸增，短日處理下之葉片全可溶性糖含量會逐漸增加，至處理後第 10 天含量達最高，為 11.56%。於處理後第 2 至第 4 天，自然日照下之葉片全可溶性糖含量由 8.72% 升至 11.65%。兩處理比較下，於處理後第 4 天，自然日照下葉片全可溶性糖含量顯著較高，其餘天數則無顯著差異(圖 3)。

短日處理下，葉片中澱粉含量在處理後第 2 天升至最高，為 9.1%，第 4 天降至最低，為 4.91%，而後持平在 6% 左右。自然日照下，隨處理時間增加，葉片澱粉含量起伏不定，分別在第 2 和第 6 天降至最低，為 4.9% 左右，處理第 6 天後逐漸上升，於第 10 天升至 7.56%。兩處理比較下，於處理後第 2 和第 6 天，短日處理下葉片澱粉含量皆顯著高於對照組，其餘天數則無顯著差異(圖 4)。

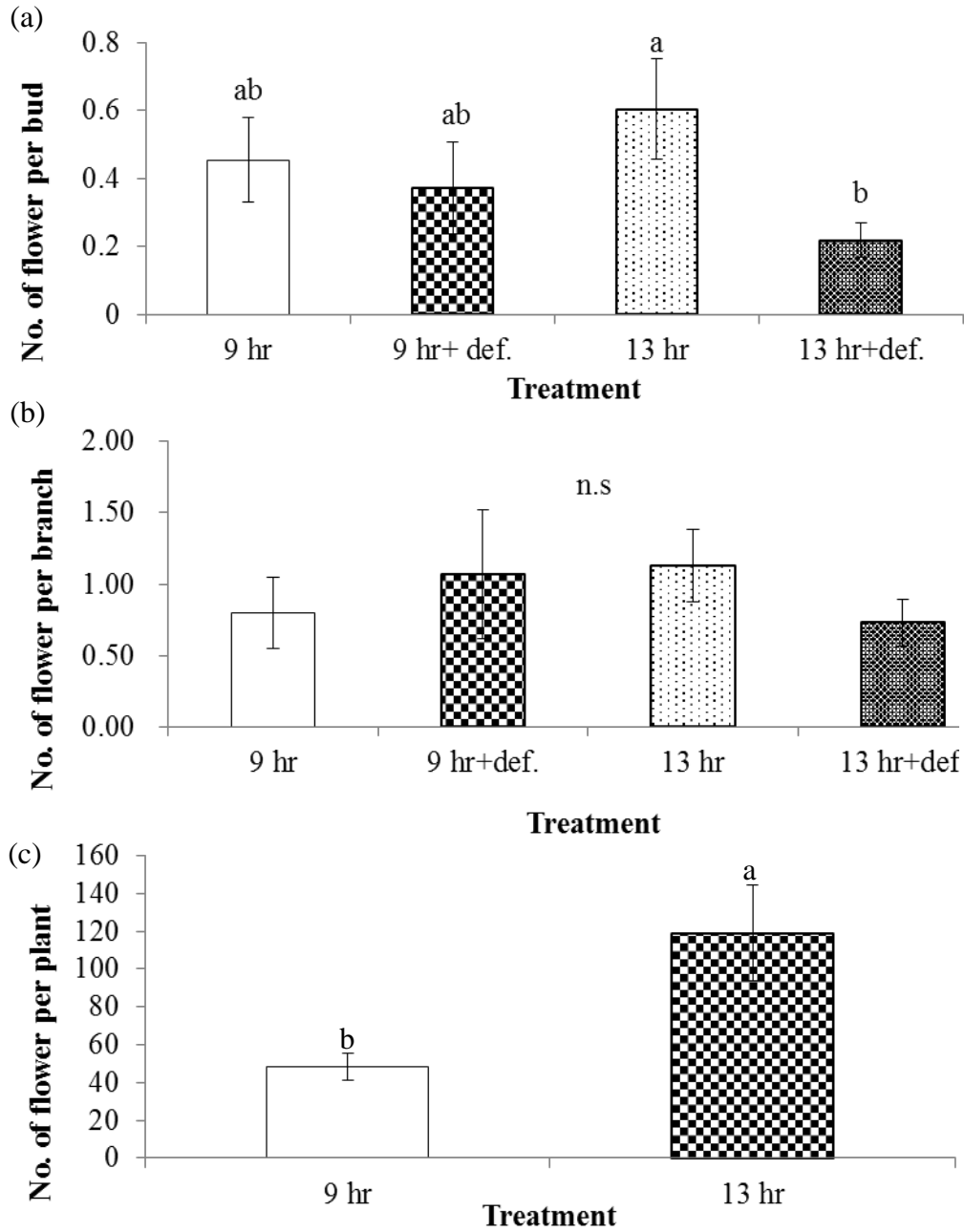


圖 2. 短日和全枝除葉對鳳梨釋迦每芽花數(a)、枝條平均花數(b)和全株總花數(c)之影響。
(n.s = 無顯著差異; def. =全枝除葉)

Fig. 2. Effect of short-day treatment and defoliation on number of flower per bud(a), number of flower per branch(b) and number of flower per plant(c) of atemoya. (n.s = not significant; def. = defoliation)

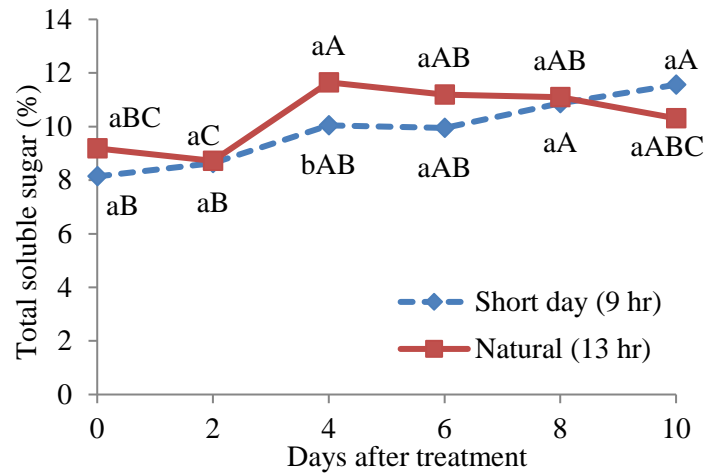


圖 3. 短日處理對鳳梨釋迦葉片全可溶性糖含量之影響。

Fig. 3. Effect of short-day treatment on content of total soluble sugar of atemoya leaves. Means separation between treatments (small letter) and among days after treatment (capital letter) by LSD test at 5% level.

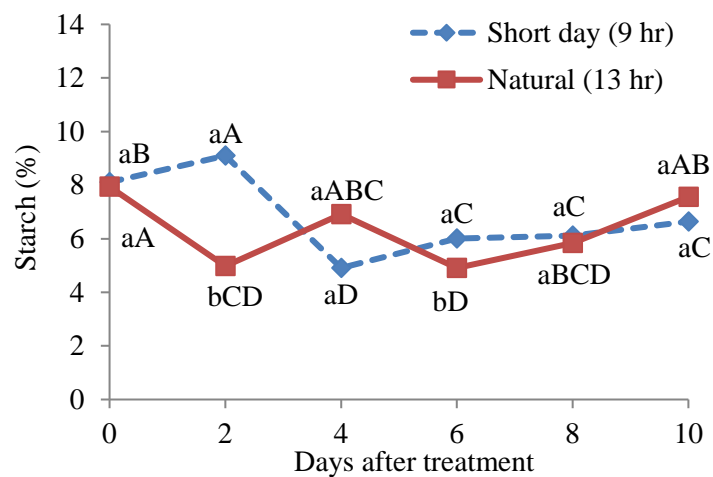


圖 4. 短日處理對鳳梨釋迦葉片澱粉含量之影響。

Fig. 4. Effect of short-day treatment on starch content of atemoya leaves. Means separation between treatments (small letter) and among days after treatment (capital letter) by LSD test at 5% level.

四、短日處理對鳳梨釋迦葉片中 C、N 含量及 C/N 比之影響

短日處理之葉片全碳含量於處理後第 2 天升至最高，為 53.16%，而後維持在 50% 左右；自然日照下，葉片中全碳含量在處理後第 4 天升至最高，為 53.99%。兩處理比較下，於處理後第 2 天，短日下葉片全碳含量皆顯著高於對照組，其餘天數則無顯著差異(表 2)。

短日處理下，葉片中氮含量隨處理時間增加而上升，於處理後第 6 天升至最高，為 2.28%。自然日照下，葉片中氮含量在處理後第 4 天升至最高，為 2.14%。兩處理比較下無顯著差異(表 2)。

將葉片全碳含量除以氮含量，得到碳氮比之結果。9 小時短日處理下，葉片碳氮比不因處理天數增加而有變動，處理期間介於 21—25；自然日照下，葉片中碳氮比於處理後第 4 天升至最高，為 25.24，兩處理間無顯著差異(表 2)。

表 2. 短日處理對鳳梨釋迦葉片 C、N 含量及 C/N 比之影響。

Table 2. Effect of short-day treatment on content of carbon, content of nitrogen and C/N ratio of atemoya leaves.

Treatment	Day			
	0	2	4	6
C (%)				
Short day (9 hr)	43.75 aB ^z	53.16 aA	52.56 aA	50.56 aAB
Natural (13 hr)	45.45 aAB	40.45 bB	53.99 aA	53.94 aA
N (%)				
Short day (9 hr)	2.06 aB	2.14 aAB	2.22 aAB	2.28 aA
Natural (13 hr)	1.93 aB	2.12 aAB	2.14 aA	2.14 aA
C/N ratio				
Short day (9 hr)	21.30aA	24.86 aA	23.68 aA	22.25 aA
Natural (13 hr)	23.75 aAB	19.13 aB	25.24 aA	25.22 aA

^z Means separation within column (small letter) and within row (capital letter) by LSD test at 5% level.

討 論

一、短日處理對鳳梨釋迦開花之影響

根據盧與江(2011)於秋冬以夜間燈照中斷暗期，顯著提高番荔枝之開花率和枝條平均開花數，推測番荔枝可能為長日植物。本試驗作物選擇同為番荔枝科植物之鳳梨釋迦，在

9月修剪後，處理100%遮陰以模擬9小時短日，調查日長縮短是否影響鳳梨釋迦開花，卻發現在短日處理下，植株仍會開花，且開花時間不受影響(圖1)。可能是鳳梨釋迦臨界日長小於7小時，或是其與多數果樹一樣對光週期不敏感，日照時數短仍可開花。整體而言，難以判定番荔枝科作物為長日植物，只能確定其並非短日植物。

九小時短日處理對鳳梨釋迦之花芽率、枝條平均花數和每芽花數等開花表現皆無顯著影響，僅降低後期全株總花數。換句話說，光照長短可能不影響花之分化，而是增進枝葉和花之發育，因此在自然日照下生長之植株，其全株花數才會高於處理組2倍以上(表1、圖2)。

二、全枝除葉對鳳梨釋迦開花之影響

葉片是植物接收刺激、感應光週期之器官(Taiz and Zeiger, 2010)，在去除光受體後，鳳梨釋迦芽體仍可以萌發並開花(表1)，再次說明花之分化可能與光照無關，並顯示芽體萌發消耗之能量主要來自於枝條貯藏之碳水化合物而非葉片光合作用，此結果與陳(1981)敘述相同，枝葉貯藏之澱粉會迅速分解為可利用之可溶性糖，供萌芽使用。雖光合作用所固定之碳來源，較貯備碳更容易被運移利用，然而在高碳需求下，枝葉貯備之碳水化合物可緩衝當下光合作用之不足(Olesen *et al.*, 2008)。

除葉枝條之花苞萌出時間平均較帶葉枝條晚1-2天，且處理後期之開花率和每芽花數顯著較低。除葉枝條初期開花率相較於帶葉枝條無顯著差異，但由於缺乏葉片行光合作用提供養分，待後期枝條養分消耗至不足以供應芽體生長時，部分花因此敗育或發育受阻，導致後期開花率較低(圖1、表1、圖2)。

三、短日處理對鳳梨釋迦葉片碳水化合物含量之影響

自然光照下，葉片全可溶性糖含量於萌芽前夕會增加，有利於萌芽和開花；花苞萌出後含量下降，可能是被應用於花之發育和枝葉生長。不同處理比較下，於萌芽初期，自然光照下之葉片全可溶性糖含量顯著較短日處理組高，顯示在自然日照長短下，葉片可被轉移利用之糖含量較高，較有利於植株生育(圖3)。有無短日處理葉片澱粉含量皆上下飄移，且於萌芽前後，9小時短日處理之葉片澱粉含量顯著高於對照組，表示較少被分解、轉移應用(圖4)。

四、短日處理對鳳梨釋迦葉片N含量和C/N比之影響

氮於植物體之功用，主要為組成核酸、蛋白質、賀爾蒙、輔酶和葉綠素(張, 2011)。表2結果顯示，無論有無短日處理，葉片氮含量皆在第4-6天花苞出現前夕升至最高，而後下降，應是被代謝用於萌芽和花發育相關酵素和蛋白質之組成。

在氮含量足夠之情況下，植物體內碳氮比提高有利於開花結實，碳氮比低則促進營養生長(Corbesier *et al.*, 2002)，如許等(2009)發現楊梅花芽分化期間，葉片碳氮比升高促使楊梅花芽分化，或吳(2008)提出荔枝於成熟葉和枝條於花芽分化期有較高之碳氮比。試驗中，自然日照下葉片碳氮比於萌芽前夕有上升現象，有利於開花，9小時短日處理下則無顯著變化(表2)。

參 考 文 獻

- 吳政營。2008。'玉荷包'荔枝樹體碳氮比之季節性變化。國立屏東科技大學農園生產系碩士論文。臺灣：屏東。106pp.
- 許偉東、鄭誠樂、吳憲志、鄭碧海。2009。楊梅花芽生理分化期葉片碳氮含量動態變化。福建熱作科技 4:18-20。
- 張則周。2011。植物營養學。五南圖書出版股份有限公司。臺灣：臺北。524 pp.
- 陳右人。1981。椽果樹體碳水化合物與氮含量之週年變化。台灣大學園藝學研究所碩士論文。75 pp.
- 盧柏松、江淑雯。2011。暗期中斷處理對番荔枝冬期果開花及果實品質之影響。臺東區農業改良場 100 年試驗研究推廣成果研討會專刊。p.45-50。
- 盧柏松、江淑雯。2013。番荔枝屬優良地方品系介紹。臺東區農業專訊 84:2-7。
- 盧柏松、江淑雯、林永順、曾得洲、黃政龍、張繼中、黃德昌、許昌慈、謝進來。2010。整枝修剪與產期調節。番荔枝生產管理手冊。p. 5-11。
- Corbesier, L., G. Bernier, and C. Perilleux. 2002. C:N ratio increases in the phloem sap during floral transition of the long-day plants *Sinapis alba* and *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Physiol.* 43(6): 684-688.
- 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(3): 350-356.
- Olesen, T., D. Robertson, S. Muldoon, and R. Meyer. 2008. The role of carbohydrate reserves in evergreen tree development, with particular reference to macadamia. *Scientia Hort.* 117: 73-77.
- Olesen, T. and S. J. Muldoon. 2009. Branch development in custard apple (cherimoya *Annona cherimola* Miller × sugar apple *A. squamosa* L.) in relation to tip-pruning and flowering, including effects on production. *Trees* 23: 855-862.
- Soler, L. and J. Cuevas. 2009. Early flower initiation allows ample manipulation of flowering time in cherimoya (*Annona cherimola* Mill.). *Scientia Hort.* 121: 327-332.
- Taiz, L. and E. Zeiger. 2010. *Plant Physiology* (Fifth edition). Sinauer Associates Inc. publisher. Sunderland. 637 pp.

The Effects of Day Length and Defoliation on Flowering of Atemoya (*Annona cherimola* × *Annona squamosa*)

Pei-Ju Lin¹⁾ Huey-Ling Lin²⁾

Key words: Atemoya, Day length, Flowering

Summary

Annonaceae is considered to be insensitive to photoperiodic, but there was a paper suggesting that percentage of floral buds of sugar apple increased under night break treatment in short day season. Sugar apple was suspected to be a long-day plant. In light experiment, atemoya under went 100% shading for a nine-hour short day length treatment in long day season, and selected branches were stripped of all leaves and girdled to eliminate its capacity to accept light to confirm the effects of day length upon flowering. The results showed that short-day treatment didn't obviously affect the first day of visible flower emergence, the percentage of floral buds or number of flowers per bud of atemoya. It only made number of flower per plant of atemoya decrease. The percentage of floral buds and number of flowers per bud of branches without leaves were lower during the late stage of treatment. Overall, Atemoya plant can blossom under short-day of a nine-hour day length and leafless conditions.

1) Graduate Student in MS. Program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

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

