

臺灣大學園藝暨景觀學研究所  
碩士論文



Graduate Institute of Horticulture and Landscape Architecture  
College of Bioresources and Agriculture  
National Taiwan University  
Master thesis

修剪與溫度對長實金柑開花與生長之影響  
Effect of Pruning and Temperature on Growth and  
Flowering of Kumquat (*Fortunella margarita* (Lour.)  
Swingle)

林毓慧

Yu-Huei Lin

指導教授：陳右人 博士

Advisor: Iou-Zen Chen, Ph.D.

中華民國 101 年 8 月

August, 2012

## 誌 謝

此時此刻真是百感交集，過程雖幾經波折，當中學到最重要的一課是感謝。回顧過去，在研究生生涯中有許多貴人提攜。首先要感謝的是指導老師陳右人博士、阮素芬博士以及李國譚博士，師長們的包容與指導，讓常出錯的我得以改正。謝謝大學時曾指導老師 吳文希博士，關心的電話將我拉回常軌。

曾阿姨與美玲姊在生活上的提點與幫助，確實獲益良多。書妍學姊、怡婷學姊、晉璋學長、香霖學姊、柏安學長以及同學懷恩、慈慧、莉安、毓翔、世宗、銘至與大學學姊于瑩，總是在需要時伸出援手。在系辦公室工作的饒麥玲小姐曾經教導我寫公文、柯芳瑀小姐、大學同學陳介璋小姐、黃怡嘉小姐與研究所同學詹文莉小姐，陪伴及鼓勵。托大學同學劉憶昇先生在宜蘭工作的福，提供住處，讓我可以睡飽後做實驗。特別謝謝美玲姊、懷恩與魏子耀學長總是當救火隊，很有耐性地一次次教導我繪圖以及排版。

感謝所有家人們一路相挺與。經營金柑果園農友游見財先生與林信吉先生的熱心教導與照顧，在試驗期間增加對金柑田間管理方面的知識。吳紹宏先生、吳添財先生與顏采渝女士、繼中學長與晉璋學長提供試驗調查時代步的交通工具，順利完成田間調查。謝謝正弘叔叔送的英文字典，寫論文期間與準備語文檢定考試時，確實派上用場！

結束亦是新的開始，我會帶著所有人的祝福繼續努力。論文獻給曾經給予幫助與栽培我的師長們與貴人們。因為有您們的提攜，讓我得以茁壯。



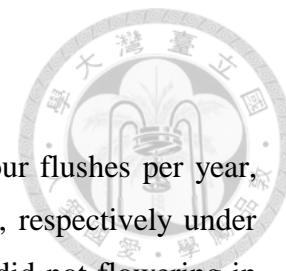
## 摘 要

本試驗利用不同月份修剪及溫度處理，探討長實金柑 (*Fortunella margarita* Lour. Swingle.) 生長與開花的行為。台北及宜蘭地區的長實金柑在未修剪的狀態下，一年有四次抽梢期，分別於三至四月、四至五月、六至八月與八至九月，開花期集中在六至九月，除了第一次抽梢及秋天萌出的第四次梢之外，每次抽梢均會開花。強修剪後之長實金柑植株，第一次梢皆為營養芽。2006 年起盆栽試驗中，不同月份修剪處理的結果顯示，2006 年十一月、十二月，2007 年一月、二月、三月及四月修剪者，均於 2007 年五至六月抽出第二次梢時方開花。五月及六月修剪者，在七月抽出第二次梢時開花。七月修剪者，抽梢後隨即出現頂芽著生花苞並開花。八月以後修剪者即不再開花。其中八月修剪者，在九月及十月抽出第二次梢，九月修剪者，在十月抽出一梢。十月弱修剪者，在十月抽出一梢；強修剪則無抽梢。無論修剪強度，所有處理皆在次(2008)年三月及四月抽出第一次梢，五月和六月抽出第二次梢，六月底抽出第三次梢並伴隨開花。

田間試驗之修剪處理的結果顯示，2007 年四月、五月、六月、修剪者，於七月抽出第二次梢時方開花。七月及八月修剪者，在七及八月抽出第一次梢時，隨即出現頂芽著生花苞並開花。八月修剪者，在九月及十月抽出第二次梢。九月修剪者，在十月抽出一梢，當年未開花。十月至十二月修剪者，當年無抽梢和開花。、一月及二月修剪者，於三月抽出一梢。兩地區之所有處理皆在 2008 年三月及四月抽出第一次梢，五月和六月抽出第二次梢，六月底抽出第三次梢並伴隨開花。

在四種日/夜溫度，35/30，30/25，25/20 及 20/15°C 處理下，以 35/30°C 處理者於處理後第 2 週開花為最早，30/25°C 處理者於處理後第 7 週開花，對照組則在第 14 週開花，25/20°C 及 20/15°C 處理則無開花。綜合以上結果顯示，高溫是誘導長實金柑花芽形成與開花的條件。

## Abstract



Oval Kumquat (*Fortunella margarita* (Lour.) Swingle) has four flushes per year, which occur in March to April, April to May, and June to August, respectively under natural condition in Taipei and Yi-Lan. Unlike other citrus plant it did not flowering in spring flush but flowering in June to August on the first, second and third flush. The fourth flush bud burst in autumn will not flowering. In this experiment, potted kumquat and the kumquat plant in Yi-Lan were treated in 2006 with pruning and temperature to discuss how they affected growth, flower formation, and the time of budburst and anthesis.

The first flushes of kumquat after moderate pruning or heavy pruning of potted experiment in 2007 November, December, and 2008 in January, February, March and April were all vegetative flushes, and the flower buds occurred after during third flushes come out. The plant pruning with moderate and heavy pruning in May and June, the second flushes sprouted in July and anthesis in late July. The plants pruned in July, but bud burst immediately and anthesis on the apex. Pruning in August, September, and October, flushes were all vegetative and did not flowering in current year.

The time of the first flushed budburst of all the plant, occurred in March to April, the second flushes bud burst in May to June, and the third flushes bud burst in June. The first, second and third flushes were anthesis in June 2008.

The first flushes of kumquat after heavy pruning of field experiment were all vegetative flushes in 2007 April, May, June, September, October, November, December, and in 2008 January and February, expect the plant pruning in July, and the flower buds occurred during the third flushes come out in late June. Heavy pruning in July and August, the flushes sprouted one week after treated, and anthesis on the first flushes immediately at the apex. The plant growth and flowering was almost the same as those in pot experiment.

The plant treated with day/night temperature 35/30, 30/25, 25/20, 20/15°C to check their responses. After 35/30°C treated for 2 weeks, flower was observed in every flush. 30/25°C treated for 7<sup>th</sup> week the flower were occurred on the second flush and lasting to 10<sup>th</sup> week. The plants of control were anthesis in 14<sup>th</sup> week on second flush. Both of 25/20 and 20/15°C were vegetative until 14<sup>th</sup> week. The result indicated 25°C should be the most critical factor that induced kumquat flower bud formation and flowering.

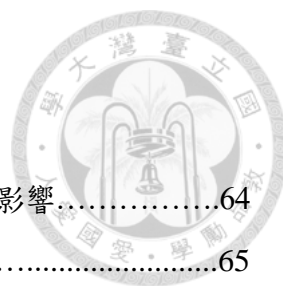
## 目 錄



口試委員審定書	
誌謝.....	i
中文摘要.....	ii
英文摘要.....	iii
前言.....	1
前人研究	
一、開花的氣候生物學.....	4
二、影響柑橘的開花因子.....	4
(一)環境	
1.光週期.....	5
2.溫度.....	5
3.水分逆境.....	8
(二)梢生長與開花之調控	
1.氮代謝.....	10
2.光化合物之參與.....	11
3.碳水化合物之角色.....	12
(三)賀爾蒙控制	
1.細胞分裂素.....	15
2.生長素.....	16
3.激勃素.....	17
4.離層酸.....	21
材料方法	
一、試驗材料與設計.....	22
二、統計分析與圖.....	23
結果	
一、修剪強度與時間對金柑生長之影響.....	24



二、強修剪對長實金柑開花之影響	
(一)林美地區.....	32
(二)礁溪地區.....	36
三、溫度對金柑生長與開花之影響.....	40
討論	
一、金柑開花梢與花序型態.....	120
二、溫度對金柑開花之影響.....	120
三、花芽形成條件與柑橘分類上的連結性.....	123
參考文獻.....	129



## 圖目次

圖 1. 長實金柑盆栽試驗之對照組於試驗期間抽梢(A)與開花(B)之影響.....	64
圖 2. 十一月輕修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	65
圖 3. 十一月強修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	66
圖 4. 十二月輕修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	67
圖 5. 十二月強修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	68
圖 6. 一月輕修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	69
圖 7. 一月強修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	70
圖 8. 二月輕修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	71
圖 9. 二月強修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	72
圖 10. 三月輕修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	73
圖 11. 三月強修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	74
圖 12. 四月輕修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	75
圖 13. 四月強修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	76
圖 14. 五月輕修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	77
圖 15. 五月強修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	78
圖 16. 六月輕修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	79
圖 17. 六月強修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	80
圖 18. 七月輕修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	81
圖 19. 七月強修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	81
圖 20. 八月輕修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	82
圖 21. 八月強修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	82
圖 22. 九月輕修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	83
圖 23. 九月強修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	83
圖 24. 十月輕修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	84
圖 25. 十月強修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	84
圖 26. 林美地區之長實金柑強修剪之對照組抽梢(A)與開花(B)之影響.....	85
圖 27. 四月強修剪對林美地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	86

圖 28. 四月強修剪對林美地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響...	87
圖 29. 五月強修剪對林美地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	88
圖 30. 五月強修剪對林美地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響..	89
圖 31. 六月強修剪對林美地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	90
圖 32. 六月強修剪對林美地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響...	91
圖 33. 七月強修剪對林美地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	92
圖 34. 七月強修剪對林美地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響...	92
圖 35. 八月強修剪對林美地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	93
圖 36. 八月強修剪對林美地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響...	93
圖 37. 九月強修剪對林美地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	94
圖 38. 九月強修剪對林美地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響...	94
圖 39. 十月強修剪對林美地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	95
圖 40. 十月強修剪對林美地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響...	95
圖 41. 十一月強修剪對林美地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	96
圖 42. 十一月強修剪對林美地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響.....	96
圖 43. 十二月強修剪對林美地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	97
圖 44. 十二月強修剪對林美地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響.....	97
圖 45. 一月強修剪對林美地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	98
圖 46. 一月強修剪對林美地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響.....	98
圖 47. 二月強修剪對林美地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	99
圖 48. 二月強修剪對林美地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響.....	99
圖 49. 礁溪地區之長實金柑強修剪之對照組抽梢(A)與開花(B)之影響.....	100
圖 50. 四月強修剪對礁溪地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	101
圖 51. 四月強修剪對礁溪地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響..	102
圖 52. 五月強修剪對礁溪地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	103
圖 53. 五月強修剪對礁溪地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響..	104
圖 54. 六月強修剪對礁溪地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	105
圖 55. 六月強修剪對礁溪地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響..	106
圖 56. 七月強修剪對礁溪地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響.....	107



圖 57. 七月強修剪對礁溪地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響	107
圖 58. 八月強修剪對礁溪地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響	108
圖 59. 八月強修剪對礁溪地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響	108
圖 60. 九月強修剪對礁溪地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響	109
圖 61. 九月強修剪對礁溪地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響	109
圖 62. 十月強修剪對礁溪地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響	110
圖 63. 十月強修剪對礁溪地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響	110
圖 64. 十一月強修剪對礁溪地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響	111
圖 65. 十一月強修剪對礁溪地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響	111
圖 66. 十二月強修剪對礁溪地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響	112
圖 67. 十二月強修剪對礁溪地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響	112
圖 68. 溫度試驗對長實金柑對照組抽梢量(A)與開花量(B)之影響	113
圖 69. 35/30°C 日夜溫處理對長實金柑抽梢量(A)與開花量(B)之影響	113
圖 70. 30/25°C 日夜溫處理對長實金柑抽梢量(A)與開花量(B)之影響	114
圖 71. 25/20°C 日夜溫處理對長實金柑抽梢量之影響	114
圖 72. 20/15°C 日夜溫處理對長實金柑抽梢量之影響	115
圖 73. 輕修剪對盆栽長實金柑生長( <i>Fortunella margarita</i> Swingle.)與開花之影響 (續)	116
圖 74. 強修剪對盆栽長實金柑生長( <i>Fortunella margarita</i> Swingle.)與開花之影響 (續)	117
圖 75. 強修剪對林美地區長實金柑開花之影響	118
圖 76. 強修剪對礁溪地區長實金柑開花之影響	119

## 前 言

金柑為芸香科(Rutaceae)柑橘亞科(Aurantioideae)金柑屬(*Fortunella Swingle*)植物的總稱，原產於中國大陸。金柑為長綠小喬木或灌木。葉片小而厚，墨綠色，葉腋小，葉脈不明顯，葉片內捲；花小，白色，花柱短，花瓣五至六枚，一年可開多次花。分類學家對金柑屬植物的種質資源分類有不同觀點，對種和品種的評價與描述較混亂，依據 Swingle 的分類系統，目前主要金柑有六種與一變種。各種的特性分類如下。

### 一、山金柑(*Fortunella hindssi* (Champ.) Swingle)

別名山金豆、山金橘、山橘、香港金橘等。分布於廣東、廣西、福建、浙江、湖南與江西等地之山地。耐旱，耐寒。小灌木，多刺。葉橢圓形，果小(橫徑 1-1.5 公分)，近球形。囊瓣 3-4 瓣，果汁少，味酸苦。為天然四倍體，染色體數為 36。

### 二、圓實金柑(*Fortunella japonica* (Thunb.) Swingle)

別名羅紋、金橘。浙江、廣東、福建等地皆有栽培。以浙江寧波與鎮海栽培最多。灌木，枝有小刺，葉為長橢圓形。果實呈球形或扁球形，果實直徑平均約 2.7 公分。果皮橙黃色，較粗糙，油胞大而突起。囊瓣 4-7 瓣，多為 6 瓣。果汁較多，酸甜。種子 1-3 粒，單胚。果可鮮食、製作蜜餞。較耐寒。產量高且穩定。

### 三、長實金柑(*Fortunella margarita* (Lour.) Swingle)

別名羅浮、牛奶金柑、金棗、棗橘。廣東、浙江、廣西、四川、福建、湖南與江西等地均有少量栽培。灌木，樹冠半圓形，枝條細密無刺，葉呈披針狀。果為卵圓或長卵形。果皮金黃色，囊瓣 4-6 瓣。種子 3-4 粒，單胚。味酸或甜。果可鮮食、製作蜜餞。較耐寒。

### 四、長葉金柑(*Fortunella palyandra* (Rioll.) Swingle)

原產於海南省，廣東汕頭也有分布。枝梢無刺，葉長可達 10-15 公分以上，披針形。果小，橙紅色，圓球形。果皮薄，油胞多而大。不耐寒。經濟價值低，少有栽培。

### 五、金彈(*Fortunella crassifolia* Swingle)

別名金柑。為圓實金柑與長實金柑之天然雜交種。廣西、江西、廣東、福建、浙江、湖南、四川與重慶等地皆有栽培，其中以廣西和浙江栽培較多。樹冠自然



圓形。灌木。葉擴披針形或廣橢圓形，稍厚。枝梢密生，少刺或無刺。果實縱橫徑比為 3.5:2.7，果倒卵狀或倒卵狀橢圓形，果皮光滑，金黃色。囊瓣 5-7，味甜。較耐寒。經濟價值高，為中國大陸最主要的栽培品種。

#### 六、長壽金柑(*Fortunella obovate* Tanaka)

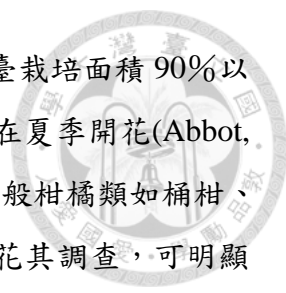
別名月月橘、公孫橘、長壽橘、壽星橘。是金柑與橘的雜交種。矮生。無刺。四季開花。葉倒卵狀或短橢圓形，先端圓基部尖。果較大，倒卵狀，先端凹陷，皮薄。囊瓣 6-7 瓣，果肉酸。不耐寒。經濟價值不大。(黃與何, 2006)

多數金柑果實具酸味，因為果實太小難以被加工，至今仍未被廣泛栽種。

精油為柑橘產業中重要的副產物，如萊母、檸檬、葡萄柚或甜橙內提煉之精油，廣泛使用於香水與食品加工業，添加精油增加可增加產品的香氣與風味。金柑精油內共有 120 種化合物，其中 71 種為易揮發的化合物，其中以 *d*-檸檬烯(*d*-limonene)最多，佔整體的 93%(Koyasako 和 Bernhard1983)。自‘Nagumi’長實金柑精油中，分析出 13 種倍半烯(sesquiterpene)、8 種松烯(terpene)、11 種醇類(alcohol)、1 種酮類(ketone)、8 種乙醛(aldehyde)與 13 種酯類(ester)。以氣相分析儀與氣相色譜分析圓實金柑(*Fortunella japonica* Swingle)，發現 *d*-檸檬烯為最主要的化合物。以蒸汽蒸餾法分析後，圓實金柑也具有芳樟醇，亦作芫荽醇(linalool)、月桂烯(myrcene)、乙酸香葉酯(geranyl acetate)與異大香葉烯(germacrene D)；以同時蒸餾萃取法分析圓實金柑，發現果皮內主要的化合物為月桂烯(myrcene)、 $\alpha$ -蒎烯( $\alpha$ -pinene) 和  $\beta$ -水芹烯( $\beta$ -phellandrene) (Choi, 2005；Umano et al., 1994；Koyasako and Bernhard, 1983)。

柑橘類鮮果及果皮中含有豐富的機能性成分，如維生素 C、類黃酮、酚酸、果膠質、類胡蘿蔔素、單萜類、醛醣酸、植物固醇類及葉酸等化合物。這些化合物具有抗氧化、抗癌、抗炎、抗菌、利尿、鎮靜、鎮痛、解毒、減少血液凝集、降低心臟血管疾病及增加免疫力等功效。與其他柑橘類相比，金桔所含的類胡蘿蔔素最高(0.036-0.743 mg/100g) (陳等, 2001; 莊, 2004)。金柑果皮萃取物黃酮(flavones)對於大腸桿菌、枯草芽孢桿菌、金黃色葡萄球菌、黑麴菌、青黴與毛黴皆出現具抑菌作用，具防腐保鮮劑、抗氧化劑，具保鮮與抗菌的功能，對於醫療保健品與食品添加劑之發展具有前瞻性(黎等, 2008)。

在台灣常見的栽培的金柑包括長實金柑、圓實金柑與金彈(寧波金柑)。西元



1906年由日本田代氏引進台灣，主要栽培地區為宜蘭縣，佔全臺栽培面積90%以上(廖等，1999；李，2001)。金柑開花期較一般的柑橘晚，一般在夏季開花(Abbot, 1935；Yoshida et al., 2003；Nishikawa et al., 2011)；開花習性與一般柑橘類如桶柑、椪柑、柳橙及文旦等截然不同。根據台灣宜蘭宜蘭地區之金柑花其調查，可明顯區分成三個主要花期，第一期花於6月上旬開始，第二花期於六月中旬開始，第三花期於七月上旬開始，花期接近於夏季，高溫對其花芽分化可能有影響(李，1997)。

金柑不僅具有發展鮮食市場，亦具化妝品以及醫療用品之潛力。本試驗利用修剪時間改變金柑樹體的營養與生殖生長時期，希望能達產期調節之效益。金柑適合生長的溫度範圍介於25~35℃，最低的生長溫度為12.5℃(黃和何，2006)，因此利用溫度之調控，觀察利於金柑生長與開花的溫度條件，可作為金柑盆花生產與設施栽培金柑的參考。試驗也承繼本研究室以往之研究，即希望證實金柑花芽形成條件，及其花芽形成條件與柑橘分類上之聯結。

## 前人研究

### 第一節、開花的氣候生物學

氣候對於生物生長、發育及存活扮演種角色。柑橘的原生地分布於潮濕的熱帶地區至亞熱帶季風氣候區，包括中國大陸、南亞、印度尼西亞群島以及菲律賓。經過幾百年間的繁殖、育種和人為散佈後，對環境的氣候與土壤條件適應性廣，種植的區域拓展至南北緯 40 度。環境條件一直被認為是誘導柑橘開花的重要因子。位於緯度較高的地區，例如日本、美國加州及佛羅里達、地中海沿岸、南非與澳洲新南威爾士等地區，冬季低溫是誘導植物開花的主要條件。北半球地區，植物經過二至四個月的低溫誘導，在春季二月至四月開花並進入盛花期；南半球地區開花的時間則是八月至十月(張，1986；Davenport, 1990；Davis and Albrigo, 1994)。

種植於亞熱帶地區的甜橙、葡萄柚和溫州蜜柑，春梢經低溫誘導而開花；酸性柑橘如檸檬、‘India’和‘Tahiti’萊母對間歇性低溫適應力不良；低溫不僅誘導柑橘開花，且伴隨間歇性的抽梢。周年生產的柑橘，超過五成在非開花季時開花，稱為不時花。溫帶地區的柑橘，春天會抽出的新梢並且在同一梢次上開花。在溫帶地區，根據環境中的水分和溫度條件，柑橘一年能抽二至五次的營養梢；種植在熱帶地區的柑橘，梢的生長模式則是營養生長、靜止和生殖生長交替進行。Reuther 和 Rios-Castaño (1969) 將‘Valencia’甜橙與‘Marsh’葡萄柚種植於哥倫比亞沿岸會改變其生長習性。經過灌溉或連日的降雨，柑橘皆會出現間歇性的抽梢，當停梢後會產生生殖梢與混合梢。

熱帶地區誘導柑橘開花的主要因素為水分。熱帶地區具明顯的乾季和濕季，當月平均降水量低於 100 至 150 毫米時，植物因水分逆境的刺激，產生誘導的作用，在逆境解除之後而開花。Cassin 等(1969)發現熱帶地區中的八個國家，因為缺水而延長開花。遭遇缺水的地區，經由降雨或有效的灌溉約二十至二十八天之後，營養生長與生殖生長會同步進行。Furr 等(1947)主張溫帶地區乾燥的夏季，有時亦會誘導柑橘開花。在義大利、以色列以及美國加州，皆利用調控水分的栽培方式，在夏季生產檸檬。甜橙、蜜柑與葡萄柚在缺水時，會出現生長靜止；萊母、檸檬和香櫞對熱帶氣候適應良好，則無此現象(Davenport, 1990)。

### 第二節、影響柑橘開花之因子



## (一)環境

### 1.光週期

亞熱帶地區，柑橘越冬數個月後開花，此時日照較夏季短，故對柑橘開花提出的假設，一是因短日照誘導而開花；一是低溫誘導花序。Furr 等(1947)以‘Parson Brown’和‘Valencia’甜橙與 Lenz (1964)以‘Washington’臍橙之試驗結果，證明開花反應和光週期的關聯性不大。Moss (1969)也無法證實日長是否為影響甜橙開花之因子。同年 Lenz 發表‘Washington’臍橙以日夜溫 24/19°C 和 30/25°C，搭配 8、12 和 16 小時的光照處理，時間持續 34 週。24/19°C 抽出 3 個營養梢；30/25°C 抽出 5 個營養梢。二種溫度皆無誘導花序產生。Piringer 等(1961)主張調控日長對‘Washington’臍橙會增加梢和葉的生長，只有 8 和 12 小時日照處理組開花，而開花的部位是一次梢和二次梢，但對於梢的生長型態與比例則無描述。綜合以上結論，‘Washington’臍橙是隨溫度而變的非絕對性短日植物(Davenport, 1990)。

如同阿拉伯芥，柑橘亦具 *FLOWERING LOCUS T (FT)* 同源染色體控制花芽誘導。甜橙以溫度搭配日照持續處理，植體內 CsFT 轉錄作用增加而利於開花。僅以溫度處理之甜橙無明顯 CsFT 之轉錄作用(Chica and Albrigo, 2013)。

### 2.溫度

低溫促進柑橘開花。許多文獻雖然探討低溫和開花誘導間的關係，但在下結論時，卻又提出誘導反應和柑橘栽培環境相關。許多研究結果主張柑橘經由冬季低溫刺激後而開花，故柑橘開花和低溫誘導具有關聯性，但是仍無法做出明確的結論。

究竟是冬季低溫為影響柑橘開花之條件？或是短日照為影響柑橘開花的主要條件？

Hield 等(1966)發現持續具有五至十年之幼年性性狀的葡萄柚實生苗，經由低溫誘導之後，首次在枝條頂端著生單朵的花苞；日溫 20 至 26°C，夜溫 8 至 12°C 處理後的葡萄柚，開花率達 100%，日溫 32 至 39°C 處理者則不開花；試驗期間正在開花的葡萄柚，隨後因遭受冬季低溫，而出現枝條上開花的比率明顯降低之情形。Lenz (1969)和 Moss (1969)將一年生之‘Washington’臍橙扦插苗，以日夜溫 27/22、24/19、18/13 和 15/10°C 處理。日夜溫 24/19 與 27/19°C 處理者；營養梢與混合梢的比例高於日夜溫 18/13°C 與 15/10°C，18/13°C 與 15/10°C 所產生的梢以生殖梢



為主，低溫誘導的花序數量比較高溫處理多達 5 至 10 倍。Moss (1969)將甜橙先以日夜溫 15/8°C 10 小時的光照處理 2-8 週後，移入溫暖且促進生長的环境，以觀察誘導時間之長短與開花之間的關係。經低溫誘導 2、4、6 和 8 週的甜橙，分別產生 25%、25%、40%和 47%的生殖梢；在溫暖條件下生長的對照組，則未開花。日夜溫 30/25°C 會對甜橙花朵發育造成損傷。顯示甜橙持續以低溫誘導約一個月，足以誘導開花。Southwick 和 Davenport (1986)將去除頂芽的一至二年生之‘Tahiti’萊母，以日夜溫 18/10°C 誘導。經低溫誘導 2、4、6 和 8 週後，分別產生 45%、55%、67%和 78%的混合梢與生殖梢；對照組以日夜溫 29/23°C 處理，只誘導產生營養梢。他們主張栽培環境周圍的溫度會影響梢的生長型態。以上兩個實驗，印證低溫確實對甜橙與萊母皆具有誘導開花之反應。根據 Moss (1969)實驗結果顯示甜橙開花與溫度相關；而 Southwick 和 Davenport (1986)證實萊母開花的反應則與低溫誘導的時間長短有關。

綜觀目前研究，對於柑橘開花仍無法清楚界定臨界溫度。Moss (1976)主張夜晚的溫度超過 22°C 時，無法誘導柑橘開花。Lenz (1969)的光週期試驗結果，提供一線索。以 12 小時光照並搭配 19°C 夜溫處理，會誘導‘Washington’臍橙開花；16 小時光照處理的組別，因為低溫刺激的時數不足而無開花。若忽略光週期的影響，19°C 也許是誘導柑橘開花之溫度。

植物接受低溫刺激而產生開花反應的部位，也許在莖、葉片或是包括兩者，而非在根部。Moss (1976)和 Hall 等(1977)分別調控空氣與土壤的溫度，推斷柑橘感應溫度誘導的部位在葉片或是莖部，而根部則是控制新梢的生長。‘Washington’臍橙和‘Frost Valencia’甜橙，經日夜溫 20/15°C 誘導後，會開出大量的花。高氣溫則促進柑橘營養生長；在溫度誘導期間，無論土壤溫度高或低，對開花反應皆無影響。根溫高時，抽梢的數量會增加；低根溫時則減少。以低根溫處理柑橘，即使氣溫達到 27 至 30°C，也無法誘導莖部開花。以土壤溫度 13 至 31°C 處理嫁接於酸橘的‘Washington’臍橙，隨著土壤溫度越高，營養生長情況越旺盛。綜合 Girton (1927)與 Stathakopoulos 和 Erickson (1967)之研究，藉由測量芽體休眠之反應，發現降低根活性的臨界溫度為 12°C。Girton (1927)主張適合柑橘根與梢生長的溫度介於 24°C 至 31°C。藉由許多土壤溫度與空氣溫度的實驗證實，根溫不控制柑橘的開花誘導。但有一例外，Liebig 和 Chapman (1963)以嫁接於‘Troyer’枳橙、‘Simpson’

桔柚和‘Koethen’甜橙上的‘Washington’臍橙為材料，先以根溫 30°C 誘導臍橙開花，再分別以根溫 14°C、22°C 和 30°C 進行處理。發現根溫 14°C 時，開花頻率與營養生長皆受抑制，與其他兩溫度相比，生長量最低。此試驗時間只維持兩個冬季，無法清楚評估實驗的顯著性。然而，此試驗結果與 Moss (1976) 與 Hall 等(1977)之結果不符，顯然需要更多資料進一步釐清(Davenport, 1990)。

將嫁接於酸橘的‘Valencia’甜橙，以日溫 20°C 和 30°C 處理 10 小時、土溫 15°C 和 25°C 處理 14 小時。以土溫 25°C 處理者，打破芽體休眠的量高於 15°C；氣溫會影響甜橙新梢的花芽分化，以日夜溫 20/15°C 下所誘導的開花量高於 30/15°C。氣溫較低時，誘導‘Valencia’甜橙產生的花序型態為無葉多花枝；較溫暖的土溫和氣溫下，則提高‘Valencia’帶葉花序的枝梢之比率(Hall et al, 1977)。

以低日夜溫 15°C/10°C 處理‘Owari’蜜柑盆栽，確實能打破芽體休眠並提高抽梢與開花之表現，但是低溫對兩種反應無法分開，因此利用不具休眠性之夏梢芽體，在組織培養下並低溫處理。證實低溫對‘Owari’蜜柑蜜柑對花芽誘導具有專一性。此外與營養芽相比，潛在的花芽具有較深的休眠性，花芽分化的第一個時期，似乎發生在冬天芽體靜止休眠期之前(García-Luís et al., 1992)。

柑橘需冬季低溫刺激而開花，但檸檬誘導開花的溫度範圍介於 18-30°C。確切的溫度需求隨著檸檬品種與水份逆境相關。‘Lisbon’檸檬在灌溉情況良好之栽培條件下，以 18°C/15°C 誘導開花，其開花數與對照組相比只開出少數花朵，其開花能力仍偏弱。以日夜溫 15/20、20/15、25/20 和 30/25°C 誘導‘Lisbon’檸檬開花，以 15/20°C 處理的檸檬未開花(Chaikiattiyos et al., 1994)。

以低溫刺激結果與無結果之‘Owari’蜜柑，觀察期抽梢與開花之表現。無結果的‘Owari’蜜柑休眠性淺，以日夜溫 26/20°C 誘導，所抽出的梢以營養梢為主，開花量極低；結果的‘Owari’蜜柑，前一年抽出的春梢，若無日夜溫 15/10°C 刺激，則無新梢生長。花芽誘導的時間，前一年的芽需要更長的低溫期刺激，才能打破休眠。此外，果實會抑制新梢形成，而使‘Owari’蜜柑開花量降低(García-Luís et al., 1995)。栽培於佛羅里達的‘Valencia’與‘Hamlin’甜橙，因為冬季高溫而降低開花量。與 6-10°C 和 21-25°C 相比之下，累積 11-15°C 之低溫時數，更能提高二品種的開花強度(Valiente and Albrigo, 2004)。以低溫 15/8°C 誘導‘Bearss’萊母、‘Fino’檸檬和‘Owari’蜜柑抽出營養梢，但與其他柑橘相比，‘Fino’檸檬芽體需要較長的時間誘導，梢



萌發的時間最晚。氣溫在 20°C 時，提高‘Owari’蜜柑抽梢與開花量；以氣溫 25°C 誘導‘Owari’蜜柑 60 日，芽萌發能力降低。以 25/20°C 下誘導‘Bearss’萊母，時間長達四個月，仍未開花(Nebauer et al., 2006)。

歷經幼年期後的柑橘具有週期性開花的生育習性。冬季的持續低溫為誘導柑橘開花之重要條件。從分子層次上看，栽培於田間之溫州蜜柑低溫誘導花芽時期，調控柑橘開花之 *FLOWER LOCUS T* 同源體具有增加之趨勢，盆栽栽培之溫州蜜柑以 15°C 處理，亦具相同結果；以 25°C 處理 2.5 個月後，花芽誘導受到抑制，植體內 *CiFT* mRNA 量無顯著改變。以低溫處理之盆栽或是田間栽培之溫州蜜柑植株，柑橘的 *TERMINAL FLOWER 1*、*LEAFY* 和 *APETALA1* 同源體之量，雖然改變，但也和花芽誘導無關連性；溫州蜜柑實生苗因具幼年性，即使經低溫刺激也無開花反應，植體內 *CiFT* 濃度無顯著改變；低溫對成株之溫州蜜柑開花具誘導性，藉由 *CiFT* mRNA 轉錄作用而誘導開花；而具有幼年性之溫州蜜柑之 *CiFT* mRNA 轉錄作用則對低溫無反應(Nishikawa et al., 2007)。

### 3. 水分逆境

熱帶地區因為缺乏低溫，水份逆境對柑橘開花誘導更具重要性。但是目前此領域的研究報告不多。原因有二，一是容器栽培的作物無法均一化的控制水份，一是普遍認為低溫是誘導柑橘開花的主要因子，其重要性遠大於水份。Abbot (1935) 以延後灌溉的方式，觀察柑橘的花序誘導反應，自逆境開始，間隔五天採樣一次，至缺水逆境結束，發現柑橘面臨水份逆境的時期內，芽體停滯分化。恢復供水 9 天後，芽體膨大且發育。Nir 等(1972)亦在‘Eureka’檸檬發現類似的情形。種植於田間的檸檬，在兩個月的水分逆境處理期間，逆境後的 30 天，芽體大部分呈現休眠的狀態，只有少部分的芽出現花序分化作用。再回復供水的前一周與解除逆境的隔天，發現花序原生組織數量增加。‘Eureka’檸檬在水分逆境的後期進行花的分化作用，枝條頂端的芽體形成萼片，並且在回復供水之後開始快速生長。枝條頂端的花形成之後，側芽的芽體才進行發育。

Southwick 和 Davenport (1986)以‘Tahiti’萊母為材料，探討缺水的程度與遭逆境時間長短兩者量之間的影響，暫停供水以調控葉片水份，葉片水份潛勢達 -2.8 MPa 為中度缺水，-3.5 MPa 為重度缺水；以逆境處理二至五週後，充分給水，水份逆境不僅刺激‘Tahiti’萊母營養梢、混合梢與生殖梢之生長，且植株遭受逆境的

強度與處理時間和開花的強度成正比；‘Tahiti’萊母經水份逆境處理兩週之後，日出前葉片的水份潛勢平均達-0.9 MPa，至正午時水份潛勢平均達 2.25 MPa，已經足夠誘導生殖梢的生長；此外，打破芽體休眠的反應與缺水的程度相關；中度缺水的條件下，每棵植株平均產生 9 個枝條；重度缺水的條件下，每棵植株平均產生 50 個枝條；不經處理的對照組則每棵植株平均產生 3 至 4 個枝條。逆境，對‘Tahiti’萊母之分化作用與誘導作用皆具有刺激的效果。遭受水份逆境之後，植株經過良好的灌溉使新梢生長，但無論中度或是重度缺水。對營養梢的長度則無影響 (Davenport, 1990)。

‘Eureka’檸檬為一具有周年結果習性之檸檬品種。若管理良好，每年可有三次明顯之花期。從三月至五月為春花之開放時期，可發育為六至九月間供市的夏果；七月至八月間開放的夏花可成為十至十一月間供市之秋果；而十二月至翌年二月間開放的冬花則為四月至五月間供市的春果。在冬季將‘Eureka’檸檬以斷水與藥劑處理，斷水的時間包括 4 週與 8 週兩種，藥劑包括 Alar 噴灑，Ethrel 灌注及 Ethrel 噴灑等，結果顯示斷水處理的確有促進開花與增加產量之作用，但過度乾旱則會產生反效果；藥劑處理中以 Alar 對促進開花和結果之效果最佳，且其效果與適度乾旱具有相加作用；Ethrel 處理亦有促進開花之效果，但同時容易引發大量落葉，對產量之增加較不顯著，且亦損害植株之健康(劉, 1982)。

金柑春天抽出的一次梢停梢之後，以水份逆境處理可提高一次梢之開花量，並使開花期縮短；但將土壤溼度控制至 45% 時，開花效果比 35% 者開花強度更強，因為嚴重的水份逆境亦造成大量梢壞死(Iwasaki et al., 2000)。

將‘Meiwa’金柑土壤溼度控制在 35%，處理 4 週，結果顯示缺水終結新梢生長並增加一次梢之開花量，增加金柑產量卻不影響果實品質。隨著水份逆境時間延長，一次梢的開花量提高，以處理 3 週的效果最佳(Iwasaki 和 Yamaguchi, 2004)。

長實金柑於枝梢停梢之後進行兩週不同灌溉處理，分別為灌溉有效水 75% 之對照組、灌溉有效水 55% 之 RDI 1 處理組及灌溉有效水 35% 之 RDI 2 之處理組。控水 2 週後(stage B)，RDI 2 處理組之葉片水勢顯著下降，並具最高整合葉片水勢指數，顯示其葉片所遭受之水份逆境程度最大。在控水 2 週後，RDI 2 處理組之葉片淨光合作用之速率、Fv/Fm 及 Fv'/Fm' 值亦顯著低於其他處理組；然而，RDI 2 處理組葉片之生長指數於復水 2 週後表現出明顯之補償效應。RDI 2 處理組枝條

具明顯之開花能力，其每節位開花率為 50%，顯著高於對照組及 RDI 1 處理組。上述結果顯示，盆栽金柑於停梢後施予 2 週之低水量之調虧灌溉(RDI 2)處理，可顯著抑制枝條營養生長勢，提高開花率並集中花期，可做為生產高品質盆栽金柑之水管理參考(張，2014)。

## (二)梢生長與開花之調控

氮素代謝、同化作用和植物荷爾蒙之間的交互作用，皆與柑橘開花誘導相關。根據資料對假設的機制加以說明。

### 1. 氮代謝

Smith (1985)、Nathan 等(1984)、Winer 和 Apelbaum (1986)與 Biasi 等(1988)主張多元胺參與蘋果、柑橘與其他植物的生長發育。根據 Rabe 和 Lovatt (1984；1986a；1986b)主張，缺磷和鹽害等逆境會使植物體中的胺基酸與多元胺濃度提高。因而主張，多元胺以及此類的化合物，可能為控制柑橘開花的因子。以低溫並施灑尿素處理五年生的‘Washington’臍橙，發現葉片中氮濃度會隨著低溫處理的時間而增加。以日溫 15°C 至 18°C 8 小時，夜溫 10°C 至 13°C 16 小時，處理 4 週之後，移入日溫 24°C 12 小時，夜溫 19°C 12 小時之環境，內生的氮濃度增加而提高‘Washington’臍橙的開花率；施灑尿素的植株，提供氮素而提高內生氮化合物之濃度，使營養梢、生殖梢和混合梢的數目皆增加，亦提高開花量。

以 16 年生的‘Frost Lisbon’檸檬為材料，以中度與重度水份逆境處理 50 天。植株遭受逆境之程度與葉片的氮濃度累積，與回復供水後之開花強度皆具正相關。Monselise (1985)將尿素施灑於柑橘上，而提高葉片內氮含量，而增加開花數目。結果和之前所提的溫度試驗結果一致。柑橘遭受逆境，如低溫和缺水時，或未經逆境之植株施予尿素，二者皆能促進開花。綜合以上結果，推斷柑橘接受逆境之初期，葉片氮類化合物提高，並進一步合成精胺酸與多元胺，進而影響花芽分化。Nathan 等(1984)對‘Murcott’蜜柑的花與果實發育的組成物進行分析，發現花與果實發育階段，精胺酸、多元胺與鳥胺酸脫酸酶之合成酵素活性高於一般時期。‘Murcott’蜜柑花朵中胺含量，與丁二酸與亞精胺之合成呈正相關。綜合前兩例，推斷多元胺與含氮的前質為影響開花反應的物質。至於何種胺類化合物對於誘導植物花芽分化與花芽喚起？需要透過進一步的實驗釐清(Davenport, 1990)。

以低溫誘導‘Washington’臍橙與水分逆境誘導‘Lisbon’檸檬，隨誘導時間增加，

葉片中氮濃度提高，促進精胺酸之合成，具促進開花之效果(Lovatt, 1990)。

‘Shamouti’甜橙、‘Ellendale’桔柚與‘Minneola’桔柚在開花前 5 至 8 週以 1% 尿素，間隔 10 至 14 天噴灑一次，以評估氮對於開花之影響。施用尿素 14-30 天之後，葉片內生氮濃度增加，調整開花與著果，進一步控制產量。施用尿素於‘Minneola’桔柚上，會使無葉花序形成量輕微增加；但對‘Shamouti’甜橙的花序生長則無影響；1% 尿素搭配巴克素(Pacllobutrazol)一起使用時，花序型態以無葉花序最多、帶葉花序次之、營養梢最少(Rabe, 1994)。

環境、植物荷爾蒙與代謝控制根系生長與發育，除了典型植物荷爾蒙之外，植物生長調節劑亦調控根系發育。多元胺在根尖藉由控制細胞分裂與分化，以調控側根與不定根之形成。逆境如缺水、低溫或鹽害等環境下誘導植物合成多元胺。多元胺又乙烯合成有關，二者對發根皆具誘導性(Couee et al., 2004)。

‘Valencia’甜橙花芽在花朵發育早期，丁二胺(putrescine)與精胺(spermine)合成反應增加，隨花朵發育而降低。當開花時精胺合成量又提高。80% 的多元胺在花的子房、柱頭與雄蕊上，其餘 20% 則在花瓣與萼片內(Kushad and Orvos, 1990)。

‘Washington’臍橙移入日溫 15°C 至 18°C 與夜溫 10°C 至 13°C 處理一週後，植物體內氮濃度提高且合成精胺酸(arginine)。經低溫誘導 4 週後，‘Washington’臍橙達最大開花量，其葉片氮濃度降低且精胺酸合成量減少。當開花時，精胺濃度比原本的濃度高七倍。當花瓣掉落時，子房內的丁二胺、亞精胺(spermidine)和精胺酸三者濃度相同。此外花朵內氮濃度也控制酪胺酸(tyrosine)之合成。‘Washington’臍橙接受低溫刺激而改變氮代謝。低溫誘導開花反應，花發育時氮濃度產變化，亦發生精胺酸合成丁二胺反應。證明多元胺和柑橘開花相關(Sagee and Lovatt, 1991)。

以低溫誘導四週之‘Washington’臍橙，再噴灑 50 mM L-精胺酸、10-20 mM 丁二胺與 10-20 mM 精胺，觀察其開花表現。開花的量與葉片中精胺的濃度呈正相關，而精胺酸多元胺則對開花反應無影響。花芽分化與器官行程時，植物體內有效之精胺含量為影響 ‘Washington’ 臍橙開花強度(Ali and Lovatt, 1995)。

## 2. 光化合物之參與


植物具有複雜的機制，有效率地分配光化合物，讓細胞進行生長、器官發育和維持生命之狀態。一些柑橘因枝條著生果實，與樹體競爭碳水化合物之情形，而改變原本的生育習性。樹體內養分競爭，對其生長與開花具有影響。



綜合 Jones 和 Cree (1954; 1965)、Iwasaki (1961)、Hilgeman 等(1967)、Jones 等(1970)、Li 等(1980)、Monselise 等(1983)之試驗結論，主張部分柑橘具有隔年結果之特性。一些寬皮柑與寬皮柑之雜交種，因具有大小年的生育習性，導致小年的原因為樹體開花量低的情況多過於開花後期的落果。Moss (1971)、Monselise 等(1983)年與 Goldschmidt 等(1985)發現枝條上著生小果時，會抑制側芽形開花梢，而降低開花量。Southwick 和 Davenport (1987)發現水份逆境之下，結果的枝梢抑制營養梢、混合梢與生殖梢的生成。Lewis 等(1964)、Galliani 等(1975)與 Goldschmidt 與 Golomb (1982)發現蜜柑因結果量多，而導致下一年轉變成小年，出現不開花之現象。Moss (1971)、Lewis 等(1964)、Jones 等(1975)、Goldschmidt 和 Golomb (1982)、Goldschmidt 等(1985)主張柑橘結果越多則會降低隔年開花的比率。大年時進行疏果，可提高隔年花序形成的數量。Moss 和 Muirhead (1971)發現無子或近乎無子的柑橘則無嚴重的隔年結果的生育韻律，不過 Iwasaki 和 Owada (1960)則認為溫州蜜柑不包括在內。Moselise 和 Goldschmidt (1982)發現某些甜橙品種，因為栽種的地區提供邊際效應，而生殖生長發生改變。例如 Moss (1971)發現種植於加州沿岸或是澳洲內陸的‘Valencia’甜橙，以及種植於以色列黏重土中的‘Shamouti’甜橙，長期留果時間達 8 個月，出現下一年度開花量下降，造成低產量的情形(Davenport, 1990)。

### 3. 碳水化合物的角色

根據 Jones 和 Steninacker (1951)、Ohgaki 等(1963)、Shimizu 等(1978)、Goldschmidt 和 Golomb (1982)年研究指出，在小年限制寬皮柑花芽形成的因子是受澱粉等碳水化合物貯存於植物體內量的影響。Sachs (1977)、Ramina 等(1979)主張設碳水化合物為主導柑橘開花的因子。Goldschmidt 等(1985)、Cohen (1981)與 Schaffer (1986)的試驗結果則印證推論，在柑橘的枝條進行環狀剝皮，提高澱粉含量並增加柑橘開花量。此現象亦在其他植物上發現。然而許多研究著重於探討田間大小年間碳水化合物的變化量，對於葉片中之濃度、柑橘的莖和花芽分化之間的關聯性則無進一步的研究。根據 Cameron (1932)與 Sharples and Burkhart (1954)觀察，‘Marsh’葡萄柚的枝梢在開花之前，經過數個月的冬季低溫，葉片與梢出現碳水化合物累積的情形。Young (1969)觀察‘Red blush’葡萄柚與其他植物在低溫低溫期間，出現澱粉累積的現象，Yelenosky 和 Guv (1977)對植物體內的碳水化合物



進行定量。Cameron (1932)觀察葡萄柚春天的開花梢，以及夏天的所抽出的營養梢，其葉片與枝條內的碳水化合物含量無顯著變化。但 Sharples 和 Burkhart (1954)卻主張‘Marsh’葡萄柚的春季時，梢與葉片中的澱粉會被用盡，無論夏季與秋季營養生長或是已達停梢的階段，在同樣梢次的梢，澱粉用盡的現象則無改變。Jones 等(1974)指出即使對大年期間的‘Valencia’甜橙進行疏果，樹體內的碳水化合物仍無顯著的變化。Lovatt 等(1989)發現即使柑橘以誘導開花的低溫（日溫 15 至 18°C 與夜溫 10°C 至 13°C），處理時間達 8 週，葉片中的澱粉或葡萄糖仍無顯著的變化。以上試驗結果，和碳水化合物會累積在葉片和枝條的論點發生矛盾。Goldschmidt 和 Golomb 等(1982)主張具有大小年結果習性的‘Wilking’蜜柑之葉片中的碳水化合物，不能當作最具可信力的指標。Lewis 等(1964)分析‘Wilking’蜜柑葉片中的碳水化合物，發現大年時，開花時期葉片中所含的碳水化合物濃度高於小年。然而在大年時，噴灑化學藥劑進行疏果與疏花，卻無法提高葉片中碳水化合物之含量。根據以上結果，作者認為‘Wilking’蜜柑開花表現，並非由碳水化合物調控。Monselise 等(1983)在‘Michal’蜜柑的枝條上環狀剝皮，以誘導樹體產生隔年結果的生長模式，並觀察樹體碳水化合物含量之變化，發現枝條內的澱粉與巨量元素的濃度不停變化。例如在大年的秋季取樣，結果量多的枝條碳水化合物的濃度低。根據植物體內澱粉貯存與消耗影響結果的觀點，此試驗之結果是可以被預期的。Goldschmidt 等(1985)以環狀剝皮與噴灑激勃酸，觀察‘Murcott’蜜柑開花之表現。秋季十月環狀剝皮的枝條具澱粉累積的現象，提高隔年春季的開花量。‘Shamouti’甜橙施用激勃酸後，經環狀剝皮的枝條出現累積澱粉的現象，無論枝條有無環狀剝皮，開花皆受到抑制。證實激勃酸的確時產生抑制‘Shamouti’甜橙開花之效果，葉片與梢的澱粉含量降低與開花無關。此外以低溫誘導‘Minneola’桔柚開花，發現葉片、枝梢或根部內的澱粉含量與開花反應無關連。相關性也許存在，但是如何造成影響的關係仍未被建立。

葉經由光合作用產生同化物，葉面積為限制植物生長與澱粉累積的潛在因子。Fishler 等(1983)主張果與葉面積比達約 1 : 1.5 m<sup>2</sup> 時，適於枝梢上果實生長與澱粉累積。根據 Geiger (1976)與 Monselise 和 Lenz (1980)試驗結果，若提高葉果比率會導致光抑制反應。Schaffer 等(1986)認為環狀剝皮與疏果能快速提高枝梢內澱粉的含量。不過經過環狀剝皮的枝條會使葉片中的葉綠體內的薄片結構無法形

成，導致枝梢白黃化現象而死亡。Oslund 與 Davenport (1987)發現‘Tahiti’萊母以環狀剝皮與壓條處理，雖然能累積澱粉的含量，但從未開出不時花。目前為止無法明確定義貯存的碳水化合物是調控開花的唯一因子。葉片與梢內貯存的澱粉與開花雖有關聯性，但其中也有其他因子參與，例如在開花期所出現的低溫。果實與環狀剝皮的對樹體所產生的影響，也許有荷爾蒙或其他因子牽涉其中。

寬皮柑類的雜交種，如‘Michal’、‘Wilking’、‘Kinnow’和‘Murcott’隔年結果的情況嚴重，‘Temple’和‘Minneola’相對而言隔年結果的情況不明顯。當結果過多時，大部分的光化合物分別運至最近的枝梢與果實內。當此情形發生時，根部接受的光化合物量最低，因此根部被強迫利用貯存的碳水化合物。在產季與非產季當中，碳水化合物保留的量會變動。Goldschmidt 和 Golomb (1982)主張在大年時期，當‘Wilking’蜜柑果實成熟時，分析根部的碳水化合物，與樹體其他的組織相較之下，澱粉量還維持原有量的一半，直徑大於 0.5 公分的根，澱粉的乾重含量為 9.4 mg/g，營養根的澱粉乾重為 19.2 mg/g。在小年期間未結果的情況下，根貯存最高量的澱粉。Jones 等(1975)與 Smith (1976)發現‘Wilking’、‘Kinnow’與‘Murcott’大年之後未開花與營養根內貯存極低量的澱粉相關。最初的反應除了不開花之外，在一般開花的時期也無新梢的生長。Stewart (1968)與 Smith (1976)認為因為澱粉量貯存不足，使營養根壞死，導致無法吸收養分而葉片出現養分嚴重缺乏的症狀。發現‘Murcott’因為結果過多導致樹體衰弱，甚至出現病態之情形。根部控制新梢合成，而新梢分化作用會影響開花表現。例如根合成細胞分裂素以打破芽體的休眠，具功能性的根數量減少，出現降低新梢生長量與抽梢次數之情形(Davenport, 1990)。

葉片中碳水化合物濃度對溫州蜜柑開花具有影響。在結小果的枝條上進行早期疏果或在未結果枝條上進行環刻，兩者皆會累積葉片內澱粉的濃度，增加生殖梢與混合梢的數量，因而提高開花比率。遮陰處理則會降低葉片碳水化合物之合成量，而使葉片澱粉累積量減少，開花量降低(García-Luís 和 Guardila, 1995)。

葡萄柚平均一年的開花量約 2,000-5,000 朵花，只有 0.5-2.5%結果並發育成成熟的果實。依照開花量的不同，平均一棵葡萄柚對碳水化合物的需求量約 166-400 molC 不等，但果實生長所消耗的碳水化合物總量達 10-20%。高溫會提高葡萄柚的開花量，在開花期所需要的碳水化合物含量高於葉片內所合成之總量，顯然葡萄柚開花時期，其他的器官亦提供碳水化合物(Bustan 和 Goldschmidt, 1998)。

觀察具有隔年結果習性之椪柑葉片中碳水化合物對營養生長與生殖生長影響。大年時期開花時葉片中澱粉與蔗糖濃度高時，著果率達 20%。小年時期，著果率低僅達 8%。開花期時梢多發育為營養梢，營養梢葉片中的蔗糖與澱粉濃度較低(Matta and Tminaga, 1998)。

### (三)荷爾蒙控制

Monselise 和 Goren (1978)與 Monselise (1979；1985)施用荷爾蒙或是生長調節劑能控制柑橘開花。試驗的結果雖能評估化合物調控對於開花的效果，但無法更進一步了解荷爾蒙。對於柑橘開花所做的假設，以及在誘導作用與分化作用時內生荷爾蒙的檢驗的報告仍非常少。Zucconi 和 Bukovac (1989)認為在植物生長、發育與開花的過程中，需要評估荷爾蒙在其中所扮演的角色為何，而能進一步說明荷爾蒙如何影響開花。

#### 1.細胞分裂素

以細胞分裂素取代腺嘌呤化合物並搭配生長素，誘導菸草髓組織之生長，對於其他植物組織培養也具有良好的效果。Bernier (1988)認為細胞分裂素參與草本植物的開花作用。Khalifah 和 Lewis (1966)、Erner 等(1976)、Hendry 等(1982a)和 Saidha 等(1983；1985)主張高等植物體內細胞分裂素具有活性，進一步分析柑橘組織，發現組織內具有細胞分裂素，包括玉米素(zeatin)與其核糖、葡萄糖苷(glucoside)、二氫玉米素(dihydrozeatin)、玉米素前質(zeatin precursor)、N6-異戊烯基腺嘌呤(N6-[2-isopentenyl] adenine)與其核糖。合成的細胞分裂素，如 BA (N6-benzyladenine)與其核糖與 6-糠氨基嘌呤，亦稱激動素(kinetin)，模仿自然界中細胞分裂素在植體內的作用。Skene (1975)與 Torrey (1976)認為高等植物根部，為提供細胞分裂素之部位。Chen 和 Petschow (1978)、van Staden 和 Davey (1979)與 Carmi 和 van Staden (1983)分析其他器官以及具細胞分裂作用的組織，發現細胞分裂素合成作用在根部進行。Short 和 Torrey (1972)認為大部分植物的細胞分裂素皆在根尖靠近根冠的部位合成，經由蒸發流運送至梢。

綜合 Skene 和 Kerridge (1967)、Hewett 和 Wareing (1973)、Itai 等(1973)、Itai 和 Vaadia (1965；1971)之研究，主張環境因素如溫度、水份逆境、鹽害與根部的疾病，會改變根對細胞分裂素之合成，並改變運送途徑，細胞分裂素藉由木質部運至梢，而改變梢的活性。Sachs 和 Thimann (1967)與其他學者認為梢的生長素建



立頂芽優勢，抑制側芽萌發，而與根部所合成的細胞分裂素扮演整合的角色，可調控靜止的側芽萌發。Sachs 和 Thimann (1967)、Schaeffer 和 Sharpe (1969)、Ali 和 Fletcher (1970)、Nauer 等(1979)、Nauer 和 Boswell (1981)以細胞分裂素處理多種植物皆解除其頂芽優勢。Saidha 等(1983)分析嫁接於‘Volkamer’檸檬與‘Troyer’枳橙的‘Shamouti’甜橙接穗。發現嫁接於嫁接於‘Volkamer’檸檬上的‘Shamouti’甜橙導管內的細胞分裂素濃度較高，生長的活力相較於嫁接在其他砧木更旺盛。Hendry 等(1982b)於柑橘葉面上施灑高濃度的細胞分裂素，誘導新梢萌發。嫁接於‘Troyer’上的‘Pickstone Valencia’甜橙，出現生長勢不同之情形，在根部施用細胞分裂素，可打破芽體休眠。

Nauer 等(1979)發現外施細胞分裂素能誘導柑橘側芽萌發，嫁接於‘Troyer’枳橙的‘Washington’臍橙芽齡在第 8 天時，施用 BA 或 PBA 能增進側芽著生。以  $9 \times 10^3$  至  $3.5 \times 10^{-2}$  M 的細胞分裂素噴灑後，植物打破芽體休眠與生長的速度比對照組快。其他生長調節劑如激勃酸( $GA_3$ )、萘乙酸(naphthaleneacetic acid, NAA)、2,4-二氯苯氧基乙酸(2,4-dichlorophenoxyacetic acid, 2,4-D)或是生長素運送抑制劑 2,3,5-三碘苯甲酸(2,3,5-triiodobenzoic acid, TIBA)施用於芽體上時，對刺激新梢生長無效果。Nauer 和 Boswell (1981)主張打破甜橙芽體休眠與 BA 的濃度有關，有效的濃度為 1 與  $2 \times 10^{-3}$  M。此外對於打破芽體所需要的濃度，隨著柑橘種類而相異。Oslund 和 Davenport (1987)證實以壓條處理的‘Tahiti’萊母，相較於種植於田間的對照組，根部分泌的細胞分裂素，具有打破休眠效果且提高營養梢與生殖梢的數量。具有隔年結果習性的柑橘，在大年缺乏新梢生長，此現象可能與根部的碳水化合物含量與細胞分裂素合成有關。根合成細胞分裂素時，需要光合產物參與。隔年結果習性強的柑橘，大年結果過多，根部能獲得的碳水化合物量更少，而必須使用儲存的碳水化合物。當樹體耗盡碳水化合物時，使根的生長與細胞分裂素合成皆受到抑制。植物的細胞分裂素量不足時，無法刺激新梢生長。由此，可解釋柑橘為何在大年時期無春梢生長且活力低落 (Davenport, 1990)。

## 2. 生長素

綜合 Goldschmidt (1968)、Goldschmidt 和 Monselise (1968b)、Goren 和 Goldschmidt (1970)之報告，發現具有活性的柑橘組織與發育的營養梢內具有高濃度的 3-吲哚乙酸(Indole-3-acetic acid, IAA)。但 Goldschmidt 等 (1971)調查生長旺盛

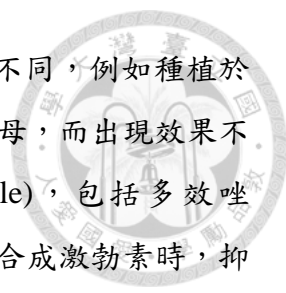
的'Eureka'檸檬，梢與花也具有高量的3-吲哚乙酸。故生長素與柑橘開花無關聯，但Guardiola等(1977)以12 ppm的2,4-二氯苯氧基乙酸施用於'Washington'臍橙後，導致開花量明顯降低。但是對檸檬彎曲的枝條，卻有增加開花的效果，也許是生長素運送受到抑制而產生此反應。Kessler等(1959)以500 ppm的生長素抑制劑TIBA施於一年生的葡萄柚實生苗上，可促進開花。Kessler(1959)證實TIBA低於500 ppm的則對葡萄柚或甜橙開花反應皆無效果。

亦有學者認為柑橘大部分的時間芽體呈現靜止且不生長的狀態，所合成的生長素之量可被忽略，也許因偶發的營養梢生長，而增加IAA的合成量，提供刺激而誘發新梢生長。Jacobs(1968)主張其他植物的葉片會合成生長素，當葉片達成熟的狀態，生長素合成量會持續減少。Wightman等(1980)曾定義生長素對於根生長與發育間的關係，而Pengelly和Torrey(1982)與Weiler(1984)則記錄其他物種與生長素之間的關係。

十二月環狀剝皮會提高IAA和ABA濃度，增加無葉花序的數量與每個節上的花朵數。證明IAA和IBA為影響溫州蜜柑花芽發育的荷爾蒙(Koshita, 1999)。


### 3. 激勃素

激勃素藉由抑制生殖梢生長而調控柑橘開花。Pharis和King(1985)主張激勃素抑制木本被子植物之開花反應。Monselise和Halevy(1964)以激勃酸(GA<sub>3</sub>)處理'Shamouti'甜橙而抑制開花。根據前人研究與Nir等(1972)、Monselise和Huberman(1973)、Moss和Bellamy(1973)、Lenz和Karnatz(1975)、Guardiola等(1982)、Iwahari(1978)、Ben-Gad等(1979)、Iwahari與Oohata(1981)、Moselise等(1981)、Davenport(1983b)與Southwick和Davenport(1987)證實激勃酸(GA<sub>3</sub>)當濃度低於10<sup>-4</sup>M時，對各種柑橘的開花，就有抑制之效果。Goldschmidt和Monselise(1972)證實以每個芽體以0.075 μg的激勃酸處理能抑制開花反應。Davenport(1983a)以10<sup>-4</sup>M激勃酸施用於'Tahiti'萊母可抑制開花。Poling和Maier(1988)則主張對於其他植物與某部分的柑橘而言，抑制開花的激勃素為GA<sub>1</sub>而非GA<sub>3</sub>。若內生的激勃素扮演抑制開花的角色，施用抑制激勃素合成之生長抑制劑可促進開花。在非開花季節時，施用2-氯乙基三甲基氧化銨([2-chloroethyl] trimethyl ammonium chloride)、N-二甲基胺基琥珀酸(N-dimethylamino succinamic acid)或是BTOA，會提高春梢開花量。以上生長抑制物以高濃度施於檸檬與甜橙皆具效果。不過亦有研究報告指出，施用生長



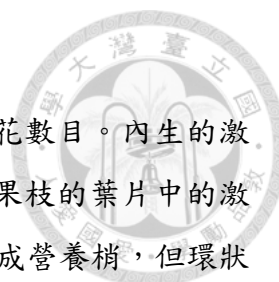
抑制劑對栽種於地中海地區的柑橘無效果。生長抑制物因環境不同，例如種植於日本的溫州蜜柑、南非的'Eureka'檸檬與佛羅里達州的'Tahiti'萊母，而出現效果不穩定的情形。以新發展的的植物生長調節劑三唑類(triazole)，包括多效唑(Pacllobutrazol)、烯效唑(Uniconazol)以及類似的化合物，在植物合成激勃素時，抑制貝殼杉烯氧化酶(kaurene oxidase)合成，將 ent-貝殼杉烯(ent-kaurene)轉變成 ent-貝殼杉烯醇(ent-kaurenol)。亦有報告證實此類生長抑制物會抑制多種植物節間的生長，其中也包括柑橘類。將柑橘浸泡於此類化合物溶液中，則提高春梢生殖梢的產量。Delgado 等(1986)以 2.5 公克/株、5.0 公克/株與 10.0 公克/株之生長抑制物，施用於'Valencia Criollla'甜橙，也獲得相同的效果。Iwahori 和 Tominaga (1986)施用多效唑，增加'Meiwa'金柑一次梢為生殖梢的比例。以 25 mg/L、50 mg/L 與 100 mg/L 的多效唑，並以三種溫度搭配處理'Eureka'檸檬，較高濃度的多效唑與高溫誘導'Eureka'檸檬產生開花梢。19°C 至 20°C 似乎是誘導'Eureka'檸檬開花的臨界溫度。利用烯效唑澆灌檸檬，並無顯著的開花表現。經由 Monselise 和 Halevy (1964)與 Davenport (1983b)證實柑橘施用 GA<sub>3</sub> 會減少生殖梢的數量，而營養梢的數量和對照組相同。Iwahori 和 Oohata (1981)處理溫州蜜柑，Lord 和 Eckard (1987)處理甜橙，皆提高營養梢的數量。García-Luís 等(1986)以濃度 10<sup>-3</sup> M GA<sub>3</sub> 處理'Tahiti'萊母，Southwick 和 Davenport (1987)以 1 μg GA<sub>3</sub> 處理溫州蜜柑芽體，皆抑制生殖梢、混合梢與營養梢之分化作用。Moss (1971)與 South-wick 和 Davenport (1987)試驗中以不同濃度之激勃素，模擬樹體在開花時已有小果著生之情形，證明果實所產生的激勃素確實會抑制開花。Khalifah 等(1965)、Goren 和 Goldschmidt (1970)與 García-Luís 等(1986)分析柑橘果實和韌皮部內激勃酸之含量，發現果皮中具有高濃度的激勃素而抑制開花。

激勃素對植物抑制開花的成效而論，施用的時間很重要。最佳抑制效果的時間點，為接近或已達打破休眠時施用，激勃素對花序發育產生影響。亦有研究報告主張甜橙在芽分化時期，施用激勃素的效果最佳；在分化階段施用激勃素會降低抑制的效果。Lord 和 Eckard (1987)發現當甜橙的萼片形成時，即使施用激勃素也無法將花序發育階段逆轉成營養生長。Nir 等(1972)和 Guardiola 等(1982)主張花序發育時，生殖生長可逆轉成營養生長或是終止生殖生長。Coggins 等(1960)認為'Valencia'甜橙花芽發育時期施用激勃素，會導致花型態改變。Khalifah 等(1965)



自‘Washington’臍橙與‘Eureka’檸檬的果實上，分析出三種具活性且類似於激勃素的物質。藉由色譜分析，發現其中兩種化合物具有 GA<sub>1</sub> 和 GA<sub>9</sub> 的特性。Poling 和 Maier (1988) 分析‘Washington’臍橙發育階段的營養梢，內含有八種激勃素，濃度依序為 GA<sub>29</sub> > GA<sub>20</sub> > iso-GA<sub>3</sub> > GA<sub>1</sub> = GA<sub>27</sub> > GA<sub>19</sub> = GA<sub>8</sub> > GA<sub>44</sub>。其中 GA<sub>1</sub> 是合成激勃素的前質，參與激勃素早期 13-羥基化作用(13-hydroxylation)，以合成激勃素。假定低溫和水份逆境誘導內生的激勃素合成以調控梢的生長，如濃度高會抑制生殖梢生長，濃度低則除去抑制作用。Goldschmidt 和 Monselise (1968a; 1972) 分析柑橘與‘Eureka’檸檬之枝梢，營養梢內的激勃素濃度最高、混合梢次之、生殖梢最低。芽體內所含的激勃酸濃度與誘導梢之生長型態有關。以日夜溫 10°C / 18°C 與葉片的水份潛勢達 -3.5 MPa 之水分逆境處理‘Tahiti’萊母 4 週，並分析低溫與缺水逆境誘導下與解除逆境後，芽內激勃素含量之變化。GA<sub>1</sub>、GA<sub>7</sub> 和 GA<sub>9</sub> 具交互作用；GA<sub>3</sub>、GA<sub>5</sub>、GA<sub>13</sub>、GA<sub>14</sub> 與 GA<sub>20</sub> 則無交互作用。低溫與缺水逆境皆能誘導‘Tahiti’萊母開花，但誘導激勃酸的合成模式則完全不同。停止供水 1 週後，萊母葉片所測得的激勃素含量達 4 倍。灌溉兩週後，激勃素濃度急遽下降，其濃度略高於未遭受逆境處理之值。低溫處理‘Eureka’檸檬兩週後，激勃素的濃度略微提升。芽體內激勃素的穩定度高於葉片，但兩種逆境下誘導內生激勃素和梢的生長型態無關聯性。許多研究顯示激勃素調控梢的分化作用，而抑制開花之表現。Lord 和 Eckard (1987) 施用激勃素抑制劑，提高‘Washington’臍橙生殖梢之比率。歸納研究結果，發現激勃素也許抑制誘導作用，或是對分化作用與誘導作用皆產生影響(Davenport, 1990)。

以氣相層析串聯質譜(Gas Chromatography-Mass spectrometry)分析‘Comuna’和‘Salustiana’甜橙發育時期之激勃素含量。比對質譜與科瓦奇指數，發現在開花前 21 天和開花後 35 天之小果內具有 GA<sub>1</sub>、GA<sub>20</sub> 和 GA<sub>29</sub>；此外亦測得未定性之三種 GA<sub>1</sub> 單體，一種在芽內，兩種在果實內。二品種的組織皆具 GA<sub>4</sub>，生殖芽具有 GA<sub>8</sub>，其餘部位無法全盤辨識。‘Salustiana’甜橙營養梢內具有 GA<sub>1</sub>、GA<sub>19</sub>、GA<sub>20</sub> 和 GA<sub>29</sub>，生殖芽內則有未定性之 GA<sub>1</sub> 單體。GA<sub>8</sub> 和 GA<sub>17</sub> 的總量也被標定。二品種激勃素在開花和果實發育階段，以質量而論並無不同，但無子品種內激勃酸含量稍高。利用氣相層析質譜選擇性離子檢測法(Gas Chromatography Selected Ion Monitoring, GC/SIM)分析二品種，發現在開花期 GA<sub>1</sub> 達最高，在開花後 35 天果實內測得 GA<sub>20</sub>



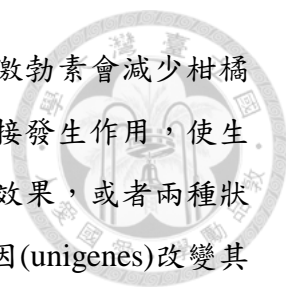
和  $GA_4$ ，此時期  $GA_1$  仍維持低濃度(Talón et al., 1990)。

十月環狀剝皮，可提高翌年溫州蜜柑無葉花序形成量與開花數目。內生的激勃素也控制溫州蜜柑開花反應。秋季與冬季之間，溫州蜜柑結果枝的葉片中的激勃素濃度高於新梢，其中  $GA_{1/3}$  濃度比  $GA_{4/7}$  高，翌年春天會形成營養梢，但環狀剝皮對激勃素則無影響。十月時因小果著生於梢上，內生的  $GA_{1/3}$  會抑制花芽形成(Koshita, 1999)。

‘Hyuganatsu’桔柚屬於不具單性結實之柑橘。調查開花前、花期中與開花後花朵與果實內之離層酸、吲哚-3-乙酸與類似激勃素之物質之濃度變化，以釐清對‘Hyuganatsu’桔柚開花與果實生長之影響。開花時，雄蕊中離層酸濃度比開花前 5 天減少 30%，而雄蕊和萼片中的吲哚-3-乙酸比開花前 5 天之濃度增加兩倍。開花第 8 天後，柱頭與果梗內生的離層酸與吲哚-3-乙酸濃度顯著增加，尤其是經授粉後之花朵之鮮重具有最高的量。同一時期，果梗內類似激勃素之物質持續增加，而未受粉之桔柚則無。證實離層酸、吲哚-3-乙酸與類似激勃素之物質濃度增加和花朵發育與早期果梗生長相關(Kojima, 1996)。

柑橘開花誘導期間，施用激勃酸( $GA_3$ )會明顯降低開花強度。單性結實品種具有開花強度強之生育習性，利用激勃素可促進其著果。然而此過程中分子之機制仍不明。因此在‘Salustinan’甜橙花芽誘導期間，以  $40 \text{ mgL}^{-1}$  之激勃素噴施於芽體，觀察其開花基因模式之表現。以巴克素(PBZ, 激勃酸合成抑制劑)作為確認此效應之組別；完全無藥劑處理之甜橙樹為對照組。在春季調查抽梢率、開花強度與梢之發育。與對照組相比，以激勃素處理者，降低 72% 之開花率；以巴克素處理者，開花率則為激勃素處理者的 123%，葉片內  $GA_s$  抑制 *FLOWERING LOCUS T* 和 *CiFT* 同源體之表現而抑制開花；以巴克素處理則提高其表現促進開花。而 *TERMINAL FLOWER 1*, *FLOWERING LOCUS C*, *SUPPRESSOR OF OVEREXPRESSION OF CONSTANS 1* 和 *APETALA1* 同源體活性則不受影響。激勃素處理之甜橙，其帶葉花序和無葉花序的花朵數不變；而巴克素處理之甜橙帶葉花序與無葉花序皆增加，此部分由 *LEAFY* 調控。激勃素之機制為藉由抑制葉片內 *CiFT* 之表現而抑制柑橘開花(Muñoz-Fambuena et al., 2012)。

激勃素對植物開花之影響，因種類而相異。長日照和二年生植物，激勃素具有促進開花之效果；其他植物包括果樹，則抑制開花。目前阿拉伯芥之開花機制



仍未全盤了解，但肯定其影響開花機制之路徑不只一個。施灑激勃素會減少柑橘開花之數目，但抑制之機制仍不明確，也許荷爾蒙在芽體上直接發生作用，使生殖生長逆轉成營養生長，或是激勃素產生一訊號而達到抑制之效果，或者兩種狀況皆發生。因此在芽體誘導時期施用激勃素，約 2000 個單獨基因(unigenes)改變其表現，至少有 300 個基因改變達 2 倍。此外改變類黃酮(flavonoids)與海藻糖(trehalose)代謝路徑，亦會改變其他生理反應。以激勃素處理導致 *FT* mRNA、*API* 和零星的花器辨識基因(flower-organ -identity)減少；似 *FLC* 和 *SOCI* 的 mRNA 則不受影響；因施用激勃素使 *LEAFY* 基因被誘導。芽體上 *FT* 基因之表現高於葉片。此實驗證明當芽誘導開花時期，以激勃素處理後確實會改變開花基因表現(Goldberg-Moeller et al., 2013)。

#### 4. 離層酸

Young 和 Cooper (1969)與 García-Luís 等(1986)主張離層酸與抑制抽梢相關。Goldschmidt (1976)與 Jones 等(1976)探討大小年期間‘Valencia’甜橙離層酸含量之變化。大年因為著生果實而抑制梢生長。大小年期間，芽體內 2-順-4-反離層酸濃度有些微的差距；大年時期芽體內 2-反-4-順離層酸濃度較小年高，所以認為果實存有此化合物，且為 2-順-4-反離層酸單體之前質，並調控休眠芽體的生長。但 Goldschmidt (1976)無法確定‘Valencia’甜橙與‘Wilking’蜜柑的芽與果實組織內含有高濃度的反-反單體，但確實發現具有隔年結果習性的‘Wilking’蜜柑在大年期間，葉片、莖和芽具有高濃度的順-反單體。綜合以上試驗，認為 ABA 對柑橘的開花機制，需要進一步探討。離層酸與激勃酸由果實或其他部位合成，藉由抑制梢發育和生長而調控開花，特別是抑制春天生殖梢的形成(Davenport, 1990)。

## 材料與方法



### 第一節、試驗材料與設計

#### (一)修剪強度與時間對金柑生長之影響

金柑具有一年多次抽梢與開花的特性，利用強修剪可獲得營養梢，以觀察環境對於金柑生長與開花之影響。此試驗目的為利用修剪，以了解金柑花芽形成之條件，藉此調控抽梢與開花時間，同時可作為盆花果實生產之參考。試驗材料為宜蘭縣青果社蘭陽分社繁殖之以酸橘為砧木長實金柑無病毒苗，移植後一年生的盆栽。苗木定植在十吋盆內，介質為由泥炭土：真珠石=3:1 混合，以 AD 01-4 好康多(氮：磷：鉀=14：12：14)當做基肥，在種植後三個月，自 2006 年十一月的第一週週四進行修剪，每月的第二週週二以  $N:P_2O_5:K_2O=20:20:20$  之液肥 1000 倍施追肥。

修剪強度區分成兩類，一為強修剪，修剪至前一年的春梢；另一為輕修剪，修剪至當年之春梢。修剪時間由 2006 年十一月至九十六年十月，每月修剪一次，共計兩種修剪程度，十二次修剪，加上對照組共二十五處理。每處理四重複，單株為一重複，修剪之後每個盆栽植株標定六枝條調查。調查項目包括抽梢時間與梢數、開花時間與花數。

#### (二)強修剪對長實金柑開花之影響

於宜蘭林美與礁溪，各選一處果園，強剪以觀察期開花與生長行為。林美區試驗有三十六株樹。自 2007 年四月至 2008 年二月，每月修剪一次，加上完全不修剪之對照組，共有十二處理，每處理共三重複，每重複一株金柑樹。修剪時間為每月之第四週週五，修剪的方式是將樹冠分做兩半，一邊進行修剪，另外一邊不修剪；修剪強度為剪至 2006 年度秋梢。但礁溪地區因農民配合意願之故，只修剪九次，加上對照組總共是十處理。在修剪與未修剪的樹冠上，標誌六個修剪後之枝條，以及六個同等粗細之未修剪枝條，對照組則標誌 12 個枝條。自修剪後，每月調查一次。調查項目包括各季節抽梢時間與比率、開花時間與數量。

#### (三)溫度對金柑生長與開花之影響

以一年生之嫁接金柑盆栽試驗材料，植株購於宜蘭縣青果合作社之健康無病毒的金柑苗。種苗購入後植入七吋盆內，介質為由泥炭土與珍珠石 3:1 混合，並以

AD 01-4 好康多(氮：磷酐：氧化鉀=14：12：14)當做基肥，每月的第三週週四以施追肥。

以 35/30, 30/25, 25/20, 20/15°C 處理盆栽上述金柑，自然環境為對照，以了解其對溫度之反應。總計四個溫度處理，一個對照共 5 處理，每處理 4 重複，每重複一株金柑盆栽植株。植株在處理時，在樹冠外圍標誌六個發育一致的枝條。植株在處理時試驗時間自 2007 年三月二十日至 2007 年六月二十三日，共十四週。每週紀錄盆栽抽梢與開花之時間以及抽梢與開花數量。


## 第二節、統計分析與製圖

調查結果以 SigmaPolt 10 統計分析與製圖。



## 結 果

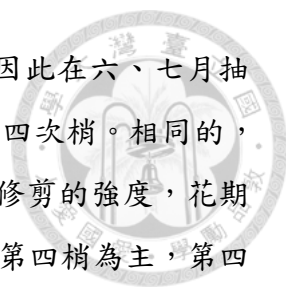
### 一、修剪強度與時間對金柑生長之影響



完全未修剪的對照組金柑盆栽植株，生長與開花狀況如(圖 1)。2007 年三月的第二週開始至四月第二週為止抽出第一次梢，全為營養梢，五月的第二週抽出第二次梢，第二次梢的抽梢時間集中在五月，六月的第三週開始抽出第三次梢，八月和九月抽出第四次梢，抽梢數量以第一次梢最多，但第二次梢最集中，其後抽梢量減少，第四次梢最少(圖 1A)。第一次梢未開花，也未見花苞，在第三次梢萌出之前可見花苞形成，在第三次梢萌出之後，不久即開花。六月的第三至四週間開始開花，首先開花的位置是第一次梢及去年最後一次梢，由於第一次頂芽已長出第二次梢，故花由去年最後一次梢與第一次梢之葉腋萌出，均為腋生花；第二次梢著花狀況亦相同，但花開放略晚於第一次梢。第三梢萌出時，即同時產生頂生花苞，開花模式與前兩次梢不同，剛開始開花時，只有在頂芽的位置有單朵花苞著生並開花，屬於帶葉花序，與一般柑橘之春梢花芽相同(圖 1B)。對照組的花期自 2007 年六月的第四週至九月的第二週為止，盛花期則是集中在七月，各梢次的開花量在八月開始遞減；九月開的花量最少，當時正在抽出第四次梢，但第四次梢上已無花芽分化，僅其下之枝梢上會有零星的花開放。2007 年十月至 2008 年的二月(圖 1A)，對照組的盆栽營養生長停止。在 2008 年的三月開始萌發當年的新梢。自 2008 年三月的第二週至四月的第二週抽出一梢，全為營養梢，五月的第二週抽出第二次梢，六月的第三週與第四週開始抽出第三次梢。2007 年的抽梢量低於 2008 年。同樣的在 2008 年六月的第四週，開始出現花苞著生與開花的情況。其開花模式與 2007 年相同，僅有第三梢為帶葉花序，其餘兩次梢均為腋生花。開花量則以第一梢最多，第二梢次之，第三梢最少(圖 1B)。

修剪的植株，無論是 2006 年十一月(圖 2A、3A)、十二月(圖 4A、5A)、2007 年一月(圖 6A、7A)、二月(圖 8A、9A)和三月(圖 10A、11A)弱修剪和強修剪，都是三月才開始抽新梢，其中 2006 年十一月、十二月、2007 年一月、二月集中在三月的第二至三週抽新梢；二月修剪的部分，則是在三月的第四週開始抽新梢。

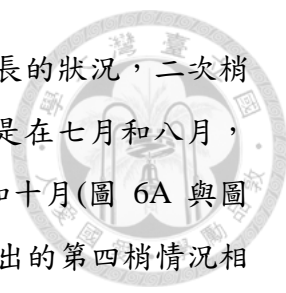
2006 年十一月所修剪的金柑，在隔年的三月、四月、五月抽出新梢，三月和四月抽出的新梢，大都萌自修剪部位下方數個芽，而五月份所萌出的一次梢，芽體萌發的位置則多位於三月和四月萌出部位的下方，即為第五個芽體以下的部



位。由於第一次梢萌出較不整齊，故影響往後抽梢的整齊度，因此在六、七月抽出第二次梢，六、七、八月抽出第三次梢，八、九、十月抽出第四次梢。相同的，四月和五月萌出的春梢均未開花。2006 年十一月修剪者，無論修剪的強度，花期皆集中在 2007 年的六、七和八月(圖 2B、3B)。九月則是以抽出第四梢為主，第四梢並未開花，伴隨抽梢的現象，仍觀察到有零星的花開放，但開花量極少，開花的位置是在當年所抽出的一次梢或是二次梢上，比較基部的位置。本月修剪者，無論修剪強度，抽梢數量均以第一次梢最多，但較不整齊，其次是第二次梢與第三次梢，第四次梢數量較少(圖 2A 及 3A)。2007 年萌出的第一次梢無花芽，第二次梢萌出後，在第一次梢上開始看到腋生之花苞，六月份第三次梢萌出時，第一與第二次梢上即陸續開花。而第三次梢上可見到只有頂芽開花的帶葉花序。2008 年三月和四月開始抽出當年的第一次梢，五月和六月抽出第二次梢。第三次梢萌發時間在六月的第三週，第四週為最後觀察的時間，在第四週觀察到頂芽有單花且開花的現象，而此時的第一梢和第二梢上正在開腋生花，有的節位會一次開出三朵，不過大部分的節位上，在剛開始開花的時候，大約都是開出 1-2 朵花，只是因為金柑的花期很長，所以每個梢上會開出較多朵花。

2006 年十二月輕修剪(圖 4)與強修剪(圖 5)的盆栽的金柑植株，在隔年的三月、四月和五月萌發第一次梢，第一次新梢的分布與十一月修剪者相同，在五月、六月和七月起陸續由第一次梢上萌發第二次梢，七月和八月再萌發第三次梢，在當年的八月、九月和十月抽出第四次梢(圖 4A 與圖 5A)。和十一月的處理相同，此時期所抽出的第三次梢，雖然枝條幼嫩，但可看到有單花著生在第三次梢上，當頂芽的花開花之後，其他位置陸續開花。新梢，沒有開花的現象。2006 年十二月所修剪的金柑，花期仍集中在 2007 年的六月、七月和八月，開花的位置在第一梢、第二梢和第三梢(圖 4B、圖 5B)。第一次梢上的花芽在第二次梢成長之後形成，第三次梢萌出時開花。第二次梢上的花苞在第三次梢萌出時形成，在第一次梢開花不久後開放。第三次梢抽出時，會形成具有單花的頂芽花序，在七月和八月開放。2008 年開花的紀錄比較少，是因為開花時，實驗就結束，所以所調查到的花數，是剛開始開花的花量。

2007 年一月所處理的金柑，無論是輕修剪(圖 6)或是強修剪(圖 7)，在當年三月的萌發新梢，第一次梢抽出的時間點在三月的第三週、四月和五月，而五月開



始也抽出第二次梢，此時有一次梢的晚梢和二次梢早梢同時生長的狀況，二次梢生長的時間集中在五月、六月和七月，第三次梢所抽梢的時間是在七月和八月，八月開始抽出第四次梢，第四次梢抽梢時間集中在八月、九月和十月(圖 6A 與圖 7A)。同樣的第四次梢也和 2006 年十一月、2006 年十二月所抽出的第四梢情況相同，都不會開花。2007 一月所修剪的金柑，花期集中在六月、七月和八月(圖 6B 與圖 7B)，九月因為抽出第四次梢，只有零星開花的現象，花量不多。開花之時程分布與十二月份修剪者相近。待第四梢生長之後，冬季就不再有新梢生長。直至 2008 年的三月，才又有新梢萌發。三月和四月抽出一梢，五月和六月抽出第二次梢，而在六月抽出第三次梢，同樣的，在梢上會形成具有單朵頂花開花的情形，其他第一梢和第二梢在每個節位上都開出腋生花。第三次梢的葉腋部位，必須等到第三次梢的單朵花開完，才會開始開花。

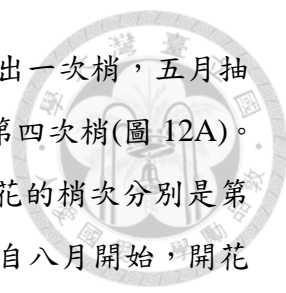
2007 年二月輕修剪者，第一次梢的抽梢時間在三月和四月，第二次梢的抽梢時間集中在五月，第三次梢抽梢時間是在六月和七月，第四次梢抽梢時間是在八月和九月(圖 8A)。當年所生的一次梢、二次梢和三次梢其開花時間皆集中在六月底至九月上旬，強剪處理者，第一次梢的開花花量在六月底時，是三個梢次中最多的，第二次梢次之，第三次梢只有枝條的頂芽有花苞著生。弱修剪的盛花期集中在七月，第二次梢的開花量高於第一次梢和第三次梢，八月開花量開始逐漸遞減，九月上旬，三個梢次上有零星開花伴隨抽出第四次梢，在九月中下旬結束開花(圖 8B)。自 2007 年的十月至 2008 年的二月，停止營養生長和開花。自 2008 年三月中旬開始到四月抽出一梢，五月抽出第二次梢，六月下旬抽出第三次梢。2008 年的開花期集中在六月底，以第一次梢的花量最多，第二梢次之，第三次梢則只有頂芽的位置著生花苞，開出單朵的花(圖 8B)。

2007 年二月強修剪者(圖 9)，第一次梢的抽梢時間在三月和四月，第二次梢的抽梢時間集中在五月，第三次梢抽梢時間是在六月和七月，第四次梢抽梢時間是在八月和九月。和弱修剪之生長表現也相當接近，只差在抽梢量的不同(圖 9A)。弱修剪者當年所生的一次梢、二次梢和三次梢其開花時間也是集中在六月底至九月上旬，其中第一次梢的開花花量在六月底是三個梢次中最多的，第二次梢次之，第三次梢只有枝條的頂芽有花苞著生(圖 8A)。強修剪者的盛花期集中在七月，第一次梢的開花量高於第二次梢和第三次梢，八月開花量開始逐漸遞減，九月上旬，

三個梢次上有零星開花伴隨抽出第四次梢，在九月中下旬結束開花(圖 9B)。自 2007 年的十月至 2008 年的二月，停止生長。自 2008 年三月中旬開始到四月抽出一梢，五月抽出第二次梢，六月下旬抽出第三次梢(圖 9A)。2008 年的開花期集中在六月底，以第一次梢的花量最多，第二梢次之，第三次梢則只有頂芽的位置著生花苞，開出單朵的花。

2007 年三月輕修剪者(圖 10)，在當年的三月抽出新梢，弱修剪的處理，當年的三月和四月抽出一梢，兩者均在五月抽出第二次梢，六月和七月抽出第三次梢，八月、九月和十月抽出第四次梢(圖 10A)。兩種修剪強度之花期很接近，花期則集中在 2007 年的六月至九月，其中第一梢和第二梢的開花時間是六月下旬；第三次梢在六月底，用肉眼觀察到頂端有花苞著生，屬於帶葉花序。無論是第一次梢、第二次梢，還是第三次梢，盛花期集中在七月，八月開始，花量有逐漸遞減的趨勢，至九月上旬每個梢次的開花量約僅 0-2 朵不等，至九月中與下旬至當年的十二月為止，沒有觀察到金柑盆栽有再次開花的現象(圖 10B 及圖 11B)。2007 年十一月至 2008 年二月金柑停止營養生長，至 2008 年的三月和四月抽出一梢，五月抽出二次梢，六月抽出第三次梢；無論是一次梢、二次梢還是三次梢，都是集中在六月下旬開始開花，第三次梢的開花情況和 2007 年相同，六月底開花的位置都是頂短著生單朵花(圖 10B)。


2007 年三月強修剪者(圖 11)，是在當年的三月底即抽出新梢，抽梢時間與輕修剪相較之下晚了兩週。強修剪的處理，當年的三月和四月抽出一梢，五月抽出第二次梢，六月底開始至七月抽出第三次梢，八月、九月和十月抽出第四次梢(圖 11A)。兩個處理的花期則集中在 2007 年的六月至九月(圖 10B 及圖 11B)。其中，第一梢和第二梢的開花時間是六月下旬；第三次梢在六月底時。肉眼觀察到頂端有花苞著生，屬於帶葉花序。無論是第一次梢、第二次梢，還是第三次梢，盛花期集中在七月，自八月開始，開花量有逐月遞減的趨勢，至九月上旬開花量驟減，每個梢次的開花量僅 0-2 朵不等，至九月中與下旬逐月至當年的十二月為止，金柑不再開花(圖 11B)。2007 年十一月至 2008 年二月金柑營養生長停止，至 2008 年的三月和四月萌發一次梢，五月萌發二次梢，六月萌發第三次梢；無論是一次梢、二次梢還是三次梢，都是集中在六月下旬開始開花，第三次梢的開花情況和 2007 年相同，六月底開花的位置都是頂芽著生單朵花苞的帶葉花序，並且開花(圖 11B)。



2007 年四月的輕修剪者(圖 12)，在當月下旬和五月開始抽出一次梢，五月抽出第二次梢，六月和七月抽出第三次梢，八月、九月和十月抽出第四次梢(圖 12A)。輕修剪處理者的開花期，自六月下旬開始至九月上旬結束，開花的梢次分別是第一次梢、第二次梢和第三次梢(圖 12A)。盛花期則集中在七月，自八月開始，開花的花量逐漸遞減，在九月上旬結束開花(圖 12B)。自 2007 年十月第三週開始到 2008 年二月為止，金柑停止營養生長。2008 年三月開始抽出當年的新梢，在三月和四月抽出第一次梢，五月抽出第二次梢，六月第三週開始抽出第三次梢。2008 年六月的第四週，在第一次梢、第二次梢和第三次梢皆出現花苞著生與開花的現象，第三次梢開花的情形和其他組別相同，皆是在頂芽的位置出現單朵花苞的帶葉花序(圖 12B)。

2007 年四月的強修剪者(圖 13)，在四月下旬和五月開始抽出一次梢，五月抽出第二次梢，六月和七月抽出第三次梢，八月、九月和十月抽出第四次梢(圖 13A)。四月強修剪者的開花期，自六月底開始至九月上旬結束，開花的梢次分別是第一次梢、第二次梢和第三次梢。盛花期則兩處理大致相同，皆集中在七月，自八月開始，開花的花量逐月遞減，在九月上旬結束開花(圖 13B)。自 2007 年十月第三週開始到 2008 年二月為止，金柑停止營養生長。與輕修剪相同，2008 年三月開始抽出當年的新梢，在三月和四月抽出第一次梢，五月抽出第二次梢，六月第三週開始抽出第三次梢(圖 13A)。2008 年六月的第四週，在第一次梢、第二次梢和第三次梢皆出現花苞著生與開花的現象，第三次梢的開花和其他組別相同，皆是在頂芽的位置出現單朵花苞著生的帶葉花序(圖 13B)。

2007 年五月輕修剪者(圖 14)，在五月下旬隨即抽出一次梢，且梢生長的時間集中，六月抽出第二次梢，七月和八月間抽出第三次梢，九月和十月間抽出第四次梢(圖 14A)。開花期則是當年的七月至九月間，七月的開花量最多，自八月開始逐漸遞減，至九月上旬結束開花。和其他的處理有相異的地方，就是第一次梢的花量高於其它梢次所開花的花(圖 14B)。自 2007 年十一月至 2008 年二月盆栽停止營養生長。2008 年三月下旬至四月中旬開始抽出當年的一次梢，五月抽出第二次梢，六月第三週抽出第三次梢(圖 14A)；自 2008 年六月的第四週開始出現花苞著生與開花的現象，第一次梢開花量高於第二次梢和第三次梢。第三次梢在六月的第四週觀察到頂芽有花苞著生且開單朵花的帶葉花序。



2007 年五月強修剪(圖 15)之盆栽金柑表現，和輕修剪者相近，在修剪後，當月萌發第一次梢，且抽梢生長的時間集中，六月抽出第二次梢，七月和八月抽出第三次梢，九月和十月抽出第四次梢(圖 15A)。開花期則是當年的七月至九月，七月的開花量最多，自八月開始逐漸遞減，至九月上旬結束開花，此處理的開花結果也和 2007 年五月的弱修剪者相同。和其他的處理有相異的地方，就是第一次梢的花量高於其它梢次所開花的花。自 2007 年十月的第四週開始至 2008 年二月植株停止營養生長。2008 年三月下旬至四月中旬開始萌發當年的一次梢，五月萌發第二次梢，六月第三週萌發第三次梢；自 2008 年六月的第四週開始出現花苞著生與開花的現象，第一次梢開花量高於第二次梢和第三次梢。第三次梢在六月的第四週觀察到頂芽有花苞著生且開單朵花的帶葉花序(圖 15)。

2007 年六月輕修剪者(圖 16)，修剪之後的第二週隨即萌發新梢，六月萌發第一次梢，且抽梢時間集中。七月第二週與第三週萌發第二次梢，八月和九月萌發第三次梢，九月底開始至十月萌發第四梢，在九月中旬和下旬出現第三次梢與第四梢次生長重疊的情況(圖 16A)。輕剪處理者開花期則是集中在七月至九月上旬，開花的花量以第一次梢最多，第二梢次之，第三次梢最少。此處理的第一次梢萌發時間與對照組的第二次梢抽梢時間相似(圖 1B)，其表現與對照組同期抽梢者相近。第二次梢抽梢時間與對照組的第三次梢相似。六月份弱修剪的第三次梢，開花的情況只有頂芽位置著生花苞，開完此節位的花之後，當年的花期即結束(圖 16B)。自 2007 年十月第四週開始至 2008 年二月底，此處理的金柑盆栽停止營養生長。2008 年三月開始萌發當年的新梢，三月和四月抽出一梢，五月抽出第二次梢，六月的第三和第四週抽出第三次梢(圖 16A)。2008 年六月的第三週和第四週，開始出現花苞著生與開花的現象。第三梢開花的情況與其他處理相同，皆是在頂芽出現單朵花苞著生的帶葉花序(圖 16B)。

2007 年六月強修剪者(圖 17B)與弱修剪者(圖 16B)之生長與開花表現相近。七月第二週與第三週抽出第二次梢，八月和九月抽出第三次梢，九月底開始至十月抽出第四梢，在九月中旬和下旬出現第三次梢與第四梢次生長重疊的情況。輕剪者的開花期集中在七月至九月上旬，開花的花量以第一次梢最多，第二梢次之，第三次梢最少。此處理的第一次梢發生時間與對照組的第二次梢抽梢時間相似，第二次梢抽梢時間與對照組的第三次梢相似。輕修剪者的第三次梢，開花的時間

是八月第四週和九月的第一週，只有頂芽位置著生花苞，開完此節位的花之後，當年的花期結束(圖 16B)。自 2007 年十月第四週開始至 2008 年二月底，此處理的金柑停止營養生長。2008 年三月開始萌發當年的新梢，三月和四月抽出一枝梢，五月抽出第二次梢，六月的第三和第四週抽出第三次梢(圖 17A)。2008 年六月的第三週和第四週，開始出現花苞著生與開花的現象。第三次梢開花的情況與其他處理相同，皆在頂芽出現單朵花苞著生的帶葉花序(圖 17B)。

2007 年七月輕修剪者(圖 18)，在修剪後的第二週隨即開始萌發新梢，七月抽出第一次梢，抽梢時間集中，八月抽出第二次梢，九月和十月抽出第三次梢(圖 18A)。此處理的開花期是八月和九月，開花的梢次是第一次梢和第二次梢；八月為盛花期，九月開花量很少，多半是抽第三次梢時在第一次梢上開出零星的花。第二次梢開花的位置是頂芽，頂芽出現單朵花苞的帶葉花序，開完花之後，第三次梢上不開花，花期結束(圖 18B)。自 2007 年十月第四週開始至 2008 年 2 月底，此處理的金柑停止營養生長。在 2008 年三月開始抽出當年的新梢，三月和四月抽出第一次梢，五月的第一週和第二週抽出第二次梢，六月的第三週開始抽出第三次梢，2008 年六月的第四週開始出現花苞著生並且開花的現象。第三次梢在六月的第四週，頂芽有花苞著生且開單朵花的帶葉花序(圖 18A)。

2007 年七月強修剪者(圖 19)與輕修剪(圖 18)的處理植株修剪後之表現相同，在修剪後的第二週隨即萌發新梢，七月抽出第一次梢，抽梢時間也呈現集中的情況，八月抽出第二次梢，九月和十月抽出第三次梢(圖 19A)。此處理的開花期是八月和九月，開花的梢次是第一次梢和第二次梢；八月為盛花期，九月開花量很少，多半是抽第三次梢並在第一次梢上開出零星的花。第二次梢開花的位置是頂芽，頂芽出現單朵花苞著生並開花，開完花之後，花期結束(圖 19B)。此處理的抽梢與開花表現與弱修剪相似，只是差別在於抽梢與開花的量相異，弱修剪高於強修剪(圖 18B、19B)。自 2007 年十月第四週開始至 2008 年 2 月底，此處理的金柑盆栽停止營養生長；在 2008 年三月開始抽出當年的新梢，三月和四月抽出第一次梢，五月的第一週和第二週抽出第二次梢，六月的第三週開始抽出第三次梢。2008 年六月的第四週起，與各次梢開始陸續出現花苞，並且開花的現象。第三次梢在六月的第四週，抽出為頂芽有花苞著生的帶葉花序且開單朵花(圖 19B)。

2007 年八月輕修剪者(圖 20)，抽梢的情況和 2007 年七月的輕修剪(圖 18)與強

修剪者(圖 19)之生長表現相似，皆在修剪後的第二週開始出抽梢的情況。在八月抽出第一次梢，且抽梢時間集中。九月和十月抽出第二次梢。但是與 2007 年七月份處理的金柑盆栽相比，此處理只有第一次梢和第二次梢的萌發和生長(圖 20A)。2007 年八月份的輕修剪處理，在當年並沒有開花的現象，修剪之後只出現營養生長。當十月份第四週至 2008 年二月底，此處理無營養生長。至 2008 年三月第三週開始萌發當年的新梢，2008 年三月和四月抽出第一次梢，五月抽出第二次梢，六月第三週和第四週抽出第三次梢(圖 20A)。2008 年六月的第四週起，各次梢陸續開始出現花苞著生並開花的現象。第三梢的開花模式則是在頂芽的位置有花苞著生的帶葉花序，並開單朵花(圖 20B)。

2007 年八月強修剪者(圖 21)，在修剪後的第三週開始萌發新梢。在八月和九月萌發第一次梢。九月和十月萌發第二次梢，此處理的第一次梢和第二次梢，抽出的時間在九月份有重疊的情況(圖 21A)。2008 年八月輕修剪和強修剪者，都只觀察到第一次梢和第二次梢的萌發和生長，在當年並沒有開花(圖 20 與圖 21)。當十月份第四週至 2008 年二月底，皆無營養生長的狀況。至 2008 年三月第三週開始萌發當年的新梢，2008 年三月和四月抽出第一次梢，五月抽出第二次梢，六月第三週和第四週抽出第三次梢(圖 21A)。2008 年六月的第四週，起開始陸續出現花苞著生，並開花的現象。第三梢的開花模式，則是在頂芽的位置有花苞著生之帶葉花序，並開單朵花(圖 21B)。

2007 年九月的輕修剪者(圖 22)和強修剪者(圖 23)，都在當年的九月和十月抽出一梢，輕修剪者自十月的第三週開始至 2008 年的二月，停止營養生長(圖 22A、圖 23B)。強修剪者自十月的第四週開始至 2008 年的二月，停止營養生長。九月的輕修剪者與強修剪者在當年均未開花(圖 22B 及圖 23B)。2008 年的三月開始萌發當年的新梢，無論是輕修剪或是強修剪，都是在 2008 年的三月第三週至四月的第二週抽出第一次梢，五月的第二週抽出第二次梢，在六月的第三週和第四週抽出第三次梢(圖 22A 及圖 23A)。2008 年六月的第四週起，開始陸續有花苞著生與開花的現象，比較 2007 年九月強修剪和輕修剪兩處理之植株，輕修剪者的抽梢量和開花量皆高於強修剪者。第三梢開花的模式則仍於頂芽著生單朵花苞並開花，所以以三次梢間比較，第一次梢開花量最多，第二次梢次之，第三次梢最少(圖 22B、圖 23B)。



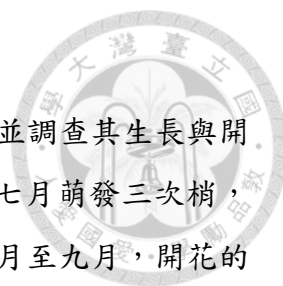
2007 年十月的輕修剪者(圖 24)，在當年的十月抽出一次梢，自十月的第四週開始至 2008 年的二月間，營養生長停止。2007 年十月的強修剪者(圖 25)，修剪後至 2008 年的二月底，即完全沒有新梢生長。無論是十月的弱修剪或是強修剪，在 2007 年均無開花的現象。2008 年的三月開始萌發當年的新梢，無論是弱修剪或是強修剪，都是在 2008 年的三月的第三週至四月的第三週抽出第一次梢，五月的第二週開始抽出第二次梢，在六月的第三週和第四週抽出第三次梢(圖 24A)。2008 年六月的第四週，開始有花苞著生與開花的現象，以 2007 年十月強修剪和輕修剪兩處理相比較之下，輕修剪者的抽梢量和開花量皆高於強修剪(圖 24B、圖 25)。第三梢開花的模式則仍於頂芽著生單朵花苞並開花，所以以三次梢間比較，第一次梢開花量最多，第二次梢次之，第三次梢的花量最少(圖 25B)。

## 第二節、強修剪對長實金柑開花之影響

### 1. 林美地區

完全不修剪對照組的金柑植株(圖 26)，於 2007 年四月至 2008 年六月調查其生長與開花。2007 年四月開始萌發一次梢，五月和六月萌發二次梢，六月和七月萌發三次梢，八月、九月和十月萌發四次梢。2007 年之花期集中在六月至九月，開花的枝條包括當年生的一次梢，二次梢和三次梢。枝條的開花型態一次梢與二次梢與三次梢相異，始花期之一次梢與二次梢皆為腋生花，即每個節位上皆著生花苞及開花；三次梢雖為幼嫩的枝條，仍出現開花的現象。三次梢在始花期，為頂芽著生單朵花苞的帶葉花序，待頂芽的花開放之後，其他節位陸續出現花苞並開花。2007 年八月至十月萌發的四次梢是營養梢，抽梢且生長之後即停梢，並在 2007 年十月至 2008 年 2 月，生長停止。2008 年三月起萌發當年的新梢，三月和四月萌發一次梢，五月和六月萌發二次梢，六月萌發三次梢。2008 年六月進入始花期，在當年生的前三次梢上開花。開花的形態與 2007 年相似。

2007 年四月修剪的金柑(圖 27)，在當年的五月萌發一次梢，六月和七月萌發二次梢，七月和八月萌發三次梢，九月和十月萌發四次梢。2007 年花期集中於七月至九月，開花的枝條包括當年所生的一次梢、二次梢和三次梢。梢次的開花型態則和對照組相似。四次梢為營養梢，未開花。2007 年十月至 2008 年二月金柑停止營養生長。2008 年三月起萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢。2008 年六月底進入始花期，開花的枝條為當年生



的一次梢、二次梢和三次梢。枝條的開花型態和對照組相同。

2007 年四月未修剪的樹冠(圖 28)，在 2006 年四次梢上掛牌並調查其生長與開花的現象。四月萌發一次梢，五月和六月萌發二次梢，六月和七月萌發三次梢，八月和九月萌發四次梢。四次梢為營養梢。2007 年的花期是六月至九月，開花的枝條為當年所生的一次梢、二次梢和三次梢。自 2007 年十月至 2008 年二月底，植株停止營養生長。自 2008 年三月開始萌發當年的新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢。2008 年六月底進入始花期，在當年的前三梢上開花。枝條開花型態和對照組相似(圖 28B)。

2007 年五月修剪的植株(圖 29)，六月和七月萌發的一次梢，七月與八月萌發二次梢，九月和十月萌發第三次梢。第三次梢為營養梢。2007 年花期集中在七月至九月，在修剪後長出的前二次梢上開花，其枝條開花的形態與對照組相似。自 2007 年十月底至 2008 年二月底止，停止營養生長。2008 年三月份開始萌發當年的新梢，三月和四月萌發出一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢。2008 年的花期自六月底進入始花期，在當年所生前三次梢上開花。2008 年開花的模式則與前一年相似(圖 29B)。

2007 年五月未修剪的樹冠(圖 30)，在當年生的一次梢上掛牌並調查其生長與開花的現象。在五月和六月抽出二次梢，六月和七月萌發三次梢，八月和九月萌發四次梢。2007 年花期則集中在六月至九月，在當年所生前三次梢上開花。開花的模式和對照組相似。2007 年十月至 2008 年二月，停止營養生長。2008 年三月和四月萌發一次梢，五月和六月萌發二次梢，六月萌發三次梢。2008 年六月底進入始花期，開花的模式和枝條皆與對照組相似(圖 30B)。

2007 年六月修剪的植株(圖 31)，七月和八月萌發一次梢，八月和九月萌發二次梢，九月和十月萌發第三次梢，十月萌發四次梢。2007 年的開花期集中在八月和九月，在當年所生的前二次梢上開花，但開花的量低於對照組，此處裡的一次梢的開花模式和對照組的一次梢和二次梢相同，二次梢的開花模式則和對照植株的第三次梢相似。2007 年十一月至 2008 年二月，停止營養生長。2008 年三月和四月萌發一次梢，五月和六月萌發二次梢，六月萌發三次梢。2008 年六月底進入始花期，並在前三次梢上開花(圖 31B)。此處裡的開花模式則和對照組相似。

2007 年六月未修剪的樹冠(圖 32)，在當年生的二次梢上掛牌並調查生長與開

花的現象。七月和八月萌發第三次梢，九月和十月萌發四次梢。2007 年花期集中於六月至九月，開花的枝條和模式與對照組相似。四次梢為營養梢。2007 年十一月至 2008 年二月底，金柑停止營養生長。2008 年三月開始萌發當年的新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢。2008 年六月底進入始花期，開花的枝條和模式則與對照組相似。

2007 年七月修剪者(圖 33)，修剪後隨即於一週內萌發新梢(圖 33A)，七月萌發一次梢，九月萌發二次梢，十月萌發三次梢。2007 年花期為八月和九月，開花的枝條只有一次梢。其模式和對照組的三次梢於始花期的情況相近，且僅出現頂芽開花的現象(圖 33B)。2007 年十一月至 2008 年二月，植株停止營養生長。2008 年三月開始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢。2008 年六月底進入始花期，開花的枝條與開花模式和對照組類似。

2007 年七月未修剪者(圖 34)，在當年生的三次梢上掛牌並調查其生長和開花的情況。2007 年的花期集中在七月至九月，開花的枝條包括一次梢、二次梢和三次梢(圖 34B)。九月和十月萌發的四次梢，皆為為營養梢。2007 年十一月至 2008 年 2 月底，停止營養生長。2008 年三月開始萌芽，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 34A)。2008 年六月底進入始花期，開花的枝條和模式皆與對照組相似。

2007 年八月修剪者(圖 35)，在處理的一週內隨即萌發新梢，八月萌發一次梢，十月萌發二次梢(圖 35A)。2007 年開花期為九月，開花的枝條為一次梢，其開花模式則和七月修剪的所萌發的一次梢、二次梢與對照組的三次梢類似(圖 35B)。2007 年十月至 2008 年 2 月底，停止營養生長。2008 年三月萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢，。2008 年六月底進入始花期，開花的部位與模式皆與對照組相似。

2007 年八月未修剪者，在當年生的三次梢上掛牌並調查生長和開花。當年開花期為八月和九月，在當年的前三次梢上開花。九月和十月萌發四次梢(圖 36B)。2007 年十一月至 2008 年二月底，停止營養生長。2008 年三月開始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 36A)。2008 年六月底進入始花期，開花的模式與部位皆類似於對照組。

2007 年九月修剪者(圖 37)，在九月和十月萌發一次梢。2007 年無開花。2007

年十一月至 2008 年二月底，植株停止營養生長。2008 年三月開始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 37A)。2008 年六月底進入始花期，開花的模式和部位皆類似於對照組(圖 37B)。

2007 年九月未修剪者(圖 38)，在當年生的三次梢上掛牌並調查生長和開花。2007 年自九月底至當年的十二月，當年所生的一次梢、二次梢和三次梢皆未開花。九月和十月萌發的四次梢為營養梢。2007 年十一月至 2008 年二月底，停止營養生長。2008 年三月開始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 38A)。2008 年六月底進入始花期，開花的部位和模式與對照組相似(圖 38B)。

2007 年十月修剪者(圖 39)，在 2007 年無抽梢。2007 年十月至 2008 年二月底，植株無營養生長。2008 年三月開始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 39A)。2008 年六月底進入始花期，開花的部位和模式與對照組相似(圖 39B)。

2007 年十月未修剪者(圖 40)，在當年所生的四次梢掛牌並調查其生長與開花之情形。自 2007 年十月至 2008 年二月底止，2007 年所生的一次梢、二次梢、三次梢和四次梢，皆停止營養生長且無開花。2008 年三月開始萌發當年新梢，2008 年三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 40A)。2008 年六月底進入始花期，開花的部位和模式與對照組相似(圖 40B)。

2007 年十一月修剪者(圖 41)，和十月修剪的結果相同，當年無萌發新梢。自 2007 年十一月至 2008 年二月，停止營養生長。2008 年三月開始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 41A)。2008 年六月底進入始花期，開花的部位和模式與對照組相似(圖 41B)。

2007 年十一月未修剪者(圖 42)，在當年所生的四次梢掛牌並調查生長與開花。自 2007 年十一月至 2008 年二月底止，2007 年所生的一次梢、二次梢、三次梢和四次梢，皆停止營養生長並且未開花。2008 年三月開始萌發當年新梢，2008 年三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 42A)。2008 年六月底進入始花期，開花的部位和模式與對照組相似(圖 42B)。

2007 年十二月處理者(圖 43)，在 2007 年無新梢萌發。自 2007 年十二月至 2008 年二月底，停止營養生長。2008 年三月開始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次

梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 43A)。2008 年六月底進入始花期，開花的部位和模式與對照組相似(圖 43B)。

2007 年十二月未修剪者(圖 44)，在當年所生的四次梢掛牌並調查生長與開花。自 2007 年十二月至 2008 年二月底止，2007 年所生的一次梢、二次梢、三次梢和四次梢，皆停止營養生長並且無開花的現象。2008 年三月開始萌發當年新梢，2008 年三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 44A)。2008 年六月底進入始花期，開花的部位和模式與對照組相似(圖 44B)。

2008 年一月修剪者(圖 45)，於 2008 年一月至 2008 年二月底，停止營養生長。2008 年三月開始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 45A)。2008 年六月底進入始花期，開花的部位和模式與對照組相似(圖 45B)。

2008 年一月未修剪者(圖 46)，在 2007 年所生的四次梢掛牌，調查觀察 2008 年新梢生長與開花。2008 年一月至 2008 年二月底止，停止生長。2008 年三月開始萌發當年新梢，2008 年三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 46A)。2008 年六月底進入始花期，開花的部位和模式與對照組相似(圖 46B)。

2008 年二月修剪者(圖 47)，在三月起開始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 47A)。2008 年六月底進入始花期，開花的部位和模式與對照組相似(圖 47B)。

2008 年二月未修剪者(圖 48)，在 2007 年所生的四次梢掛牌，調查觀察 2008 年新梢生長與開花。2008 年二月仍呈現生長靜止。2008 年三月開始萌發當年新梢，2008 年三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 48A)。2008 年六月底進入始花期，開花的部位和模式與對照組相似(圖 48B)。

## 2. 礁溪地區

完全不修剪之對照組(圖 49)在 2007 年四月開始抽出一次梢，五月和六月抽出第二次梢，六月與七月抽出第三次梢，八月和九月抽出第四次梢(圖 49A)。2007 年對照組的開花花期集中在當年的六月至九月，開花的枝條包括當年生的一次梢、二次梢和三次梢，一次梢和二次梢的為腋生花，三次梢自頂芽著生單朵花苞，待頂芽的花開放之後，其他節位陸續有花苞著生並開花(圖 49B)。自 2007 年十月

底至 2008 年二月底止，金柑停止營養生長。2008 年三月份開始萌發當年的新梢，三月和四月萌發出一次梢，五月和六月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 49A)。2008 年六月底進入始花期，開花的部位與模式和 2007 年相似(圖 49B)。

2007 年四月修剪者(圖 50)，於五月萌發一次梢，六月與七月萌發二次梢，七月和八月萌發第三次梢，九月和十月萌發第四次梢(圖 50A)。2007 年花期為七月至九月，開花的枝條包括當年生的一次梢、二次梢和三次梢(圖 50B)。自 2007 年十月底至 2008 年二月底止，停止營養生長。2008 年三月開始萌發當年的新梢，三月和四月萌發出一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 50A)。2008 年六月底進入始花期(圖 50B)，開花的部位與模式和對照組相似(圖 49B)。

2007 年四月未修剪者(圖 51)，在 2006 年四次梢掛牌並調查生長與開花。四月萌發一次梢，五月和六月萌發二次梢，六月和七月萌發三次梢，八月和九月萌發四次梢(圖 51A)。2007 年的開花期為六月至九月，開花的部位和模式與對照組相似(圖 51B)。自 2008 年三月開始萌發當年的新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 51A)。2008 年六月底進入始花期(圖 51B)，開花的部位與模式和對照組相似(圖 49B)。

2007 年五月修剪者(圖 52)，六月和七月萌發一次梢，七月與八月萌發二次梢，九月和十月萌發第三次梢(圖 52A)。2007 年開花期為七月至九月，在當年生的一次梢和二次梢上開花(圖 52B)。自 2007 年十月底至 2008 年二月底止，停止生長。2008 年三月份開始萌發當年的新梢，三月和四月萌發出一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 52A)。2008 年六月底進入始花期(圖 52B)，開花的部位與梢生長和對照組相似(圖 49B)。

2007 年五月未修剪者(圖 53)，在當年生的一次梢上掛牌並調查生長與開花。五月和六月萌發二次梢，六月和七月萌發三次梢，八月和九月萌發四次梢(圖 53A)。2007 年開花期為六月至九月，開花的部位和模式和對照組相似(圖 53B)。2007 年十月至 2008 年二月，停止生長。2008 年三月和四月萌發一次梢，五月和六月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 53A)。2008 年六月底進入始花期(圖 53B)，生長與開花的模式皆與對照組相似(圖 49B)。

2007 年六月修剪者(圖 54)，七月和八月萌發一次梢，八月和九月萌發二次梢，九月和十月萌發第三次梢(圖 54A)。2007 年的開花期為八月和九月，在當年生一次

梢和二次梢上開花(圖 54B)。此處理的開花模式類似對照組的三次梢。2007 年十一月至 2008 年二月，停止生長。2008 年三月開始萌發當年的新梢，三月和四月萌發一次梢，五月和六月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 54A)。2008 年六月底進入始花期(圖 54B)，生長與開花的模式皆與對照組相似(圖 49B)。

2007 年六月未修剪者(圖 55)，在當年生的二次梢上掛牌並調查生長與開花。在當年八月和九月萌發第三次梢，九月和十月萌發四次梢(圖 55A)。2007 年花期為六月至九月，開花部位和模式和對照組相似(圖 55B)。2007 年十一月至 2008 年二月底，停止生長。2008 年三月開始萌發當年的新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 55A)。2008 年六月底進入始花期(圖 55B)，生長與開花的模式皆與對照組相似(圖 49B)。

2007 年七月修剪者(圖 56)，於當年的八月和九月萌發一次梢，九月和十月萌發二次梢，十月萌發三次梢(圖 56A)。2007 年花期為八月和九月，僅在一次梢上開花(圖 56B)。此處理的開花模式類與對照組的三次梢類似(圖 49B)。2007 年十一月至 2008 年二月，植株停止營養生長。2008 年三月開始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 56A)。2008 年六月底進入始花期(圖 56B)，生長與開花的模式皆與對照組相似(圖 49B)。

2007 年七月未修剪者(圖 57)，在當年生三次梢上掛牌並調查其生長和開花。2007 年的花期集中在七月至九月(圖 57B)，開花的部位和模式與對照組類似。2007 年十一月至 2008 年 2 月底，停止生長。2008 年三月開始萌發當年的新梢，2008 年三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 57B)。2008 年六月底進入始花期，生長與開花的模式皆與對照組相似(圖 49B)。

2007 年八月修剪者(圖 58)，於當年的九月和十月萌發一次梢，十月萌發二次梢(圖 58A)。2007 年開花期為九月，僅在一次梢上開花(圖 58B)，與對照組的三次梢進入始花期的開花模式相似。2007 年十一月至 2008 年 2 月底，植株停止營養生長。2008 年三月萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢。2008 年六月底進入始花期(圖 58B)，生長與開花的模式皆與對照組相似(圖 49B)。

2007 年八月未修剪者(圖 59)，在當年生的三次梢上掛牌並調查其生長和開花。2007 年開花期是八月和九月(圖 59B)，開花的部位和模式和對照組相似(圖 49B)。

2007 年十一月至 2008 年二月底，停止生長。2008 年三月開始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 59A)。2008 年六月底進入始花期(圖 59B)，生長與開花的模式皆與對照組相似。

2007 年九月修剪者，在九月和十月萌發一次梢(圖 60A)。2007 年未開花。2007 年十一月至 2008 年二月底，停止生長。2008 年三月開始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 60A)。2008 年六月底進入始花期(圖 60B)，生長與開花的模式皆與對照組相似(圖 49B)。

2007 年九月未修剪者(圖 61)，在當年生的三次梢上掛牌並調查生長和開花。2007 年自九月底至當年的十二月，當年所生的一次梢、二次梢和三次梢皆無開花的現象。九月和十月萌發四次梢。2007 年十一月至 2008 年二月底，停止生長。2008 年三月開始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 61A)。2008 年六月底進入始花期(圖 61B)，生長與開花的模式皆與對照組相似(圖 49B)。

2007 年十月修剪者(圖 62)，在 2007 年未抽梢與開花(圖 62B)。2008 年三月始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 62A)。2008 年六月底進入始花期，生長與開花的模式皆與對照組相似。

2007 年十月未修剪者(圖 63)，在當年所生的四次梢掛牌並調查生長與開花。自 2007 年十月至 2008 年二月底止，2007 年所生的一次梢、二次梢、三次梢和四次梢，處於生長停止狀態。2008 年三月開始萌發當年新梢，2008 年三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 63A)。2008 年六月底進入始花期(圖 63B)，生長與開花的模式皆與對照組相似。

2007 年十一月處理者(圖 64)，在 2007 年未抽梢與開花。自 2007 年十二月至 2008 年二月，停止生長。2008 年三月始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 64A)。2008 年六月底進入始花期(圖 64B)，生長與開花的模式皆與對照組相似。

2007 年十一月未修剪者(圖 65)，在當年所生的四次梢掛牌並調查生長與開花。自 2007 年十一月至 2008 年二月底止，2007 年共生四次梢，皆處於停止生長之狀態。2008 年三月始萌發當年新梢，2008 年三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 65A)。2008 年六月底進入始花期(圖 65B)，生長與



開花的模式皆與對照組相似。

2007 年十二月修剪者(圖 66)，在 2007 年無抽梢和開花。自 2007 年十二月至 2008 年二月底，停止營養生長。2008 年三月開始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 66A)。2008 年六月底開始開花，在當年生的前三次梢上開花。生長與開花的模式皆與對照組相似(圖 49B)。

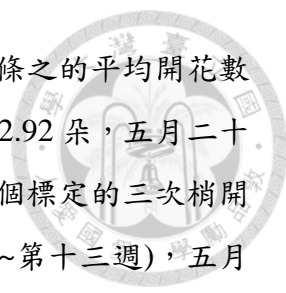
2007 年十二月未修剪者(圖 67)，在當年所生的四次梢上掛牌並調查生長與開花。自 2007 年十二月至 2008 年二月底止，2007 年所生共四次梢，皆處於停止生長狀態。2008 年三月開始萌發當年新梢，2008 年三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 67A)。2008 年六月底進入始花期(圖 67B)，生長與開花的模式皆與對照組相似(圖 49B)。

### 三、溫度對金柑生長與開花之影響

完全不經溫度處理的對照組金柑盆栽植株(圖 68)，置於臺大園藝系露天條件下，自 2008 年三月十四日開始觀察生長與開花。在 2008 年三月二十一日起，開始萌發 2008 年的新梢。一次梢萌發的時間為處理後的第二週至第五週，三月二十一日(第二週)每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.13 梢，三月二十八日(第三週)每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.46 梢，四月四日(第四週)每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.46 梢，四月十一日(第五週)每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.08 梢，合計每個標定之條萌出 1.13 個新梢。二次梢萌發時間為處理後的第七週至第十週，四月二十五日(第七週)每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.08 梢，五月二日(第八週)每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.58 梢，五月九日(第九週)每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.79 梢，五月十六日(第十週)每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.17 梢，合計每個標定之條之第二次梢有 1.62 個，以第一次梢為基數計算則為 1.43 個。六月六日至六月十三日萌發三次梢，六月六日(第十三週)每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.25 梢，六月十三日(第十四週)每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.25 梢，合計每標定之條上升出第三次梢有 0.5 個，以二次梢數計算時，則為 0.31 個，即大部份二次梢不萌出三次梢(圖 68A)。對照組於第三次萌梢時，開始看到花序，同時在第十三週開始開花，開花的枝條包括一次梢和二次梢。六月六日(第十三週)每標定枝條之一次梢每枝條的平均開花數為 3.58 朵，二次梢上每枝條之的平均開花數為 8.29 朵；六月十三日(第十四週)一次梢每枝條之的

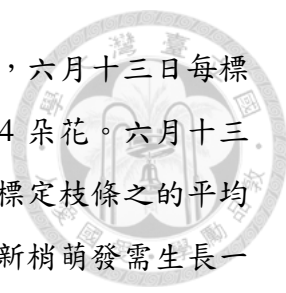
平均開花數為 2.79 朵，二次梢每枝條之的平均開花數為 10.33 朵。對照組一次梢萌發之後，需要一段時間生長後，萌發二次梢，但不開花。待二次梢萌發並生長一段時間之後，在萌發三次梢時，一次梢和二次梢才開始開花。一次梢和二次梢開花的枝條型態為腋生花，六月底為始花期可觀察到每個節位上皆有花苞著生並開花的現象，並且在頂芽與較前的節位有三次梢萌發，在第十四週試驗結束之最後一次調查，三次梢仍未出現開花的現象(圖 68B)。

以 35/30°C 處理的金柑盆栽植株(圖 69)，在三月二十一日(第二週)萌發一次梢，每標定枝條之的平均新生之梢數為 1.13 梢。同時，在調查梢生長時也觀察到頂芽開花的情況，同時亦在標定枝條與一次梢上生成小花。一次梢的花期是三月二十一日(第二週)四月十一日至(第五週)。三月二十一日(第二週)每標定枝條之的平均開花數為 0.98 朵，三月二十八日(第三週)的每標定枝條之的平均開花數為 4.95 朵，四月四日(第四週)每標定枝條之的平均開花數為 1.66 朵，四月十一日(第五週)每標定枝條之的平均開花數為 0.44 朵，合計每個標定枝條平均開出 8.03 朵。二次梢萌發時間，自四月四日至四月二十五日(第四週~第七週)，四月四日(第四週)每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.29 梢，四月十一日(第五週)每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.42 梢，四月十八日(第六週)每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.71 梢，四月二十五日(第七週)每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.04 梢，合計每個標定枝條萌出 1.46 個新梢，以第一次梢為基數時為 1.29 個(圖 69A)。二次梢的開花期是四月十一日至五月九日(第五週~第九週)，新梢頂芽著生頂生小花，花自當次梢萌出，少數來自一次梢及其下之枝梢。四月十一日(第五週)每個標定枝條的平均開花量為 0.13，四月十八日(第六週)每標定枝條之的平均開花數為 2.43 朵，四月二十五日(第七週)每標定枝條之的平均開花數為 3.55 朵，五月二日(第八週)每標定枝條之的平均開花數為 2.27 朵，五月九日(第九週)每標定枝條之的平均開花數為 0.42 朵，合計每標定枝條之開花數為 8.8 朵。三次梢萌發的時間，自五月二日至五月十六日(第八週~第十週)，五月二日(第八週)每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.54 梢，五月九日(第九週)每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.54 梢，五月十六日(第十週)每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.04 梢，合計每標定枝條抽出 1.2 個新梢，以第二次梢為基數計算時為 0.77 個。同時新梢著生頂花，三次梢的開花期自五月九日至五月二十三日(第八週~第十一週)，五月二日(第八週)每標



定枝條之的平均開花數為 0.17 朵，五月九日(第九週) 每標定枝條之的平均開花數為 3.84 朵，五月十六日(第十週) 每標定枝條之的平均開花數為 2.92 朵，五月二十三日(第十一週) 每標定枝條之的平均開花數為 0.05 朵，合計每個標定的三次梢開 6.89 朵花。四次梢萌發時間為五月三十日至六月六日(第十二週~第十三週)，五月三十日(第十二週) 每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.88 梢，六月六日(第十三週) 每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.33 梢，合計每個標定枝條萌出 1.21 個梢，以第三次梢為基數時為 1.08 個。新梢亦具頂花。四次梢開花時間自五月三十日至六月十三日(第十二週~第十四週)，五月三十日每標定枝條之的平均開花數為 0.48 朵，六月六日每標定枝條之的平均開花數為 4.84 朵，六月十三日每標定枝條之的平均開花數為 2.38 朵，合計每個標定枝條第四次梢開 7.70 朵花。各次梢在萌發新梢時，頂芽的位置皆有花苞著生，為單朵花的帶葉花序，待著生於頂芽的花開放之後，各節位的花隨即開放，在各梢的花期結束之前，又出現新梢的萌發。35/30°C 下處理的金柑植株，可見新梢萌發並開花之生長重疊的情況，與其他處理相比，35/30°C 萌發梢次達四次，各梢次萌發的枝條皆能開花，且幾乎每個葉腋均有小花(圖 69B)。

以 30/25°C 處理的金柑盆栽植株(圖 70)，於三月二十八日至四月十八日(第三週~第六週)萌發一次梢，三月二十八日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.17 梢，四月四日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.63 梢，四月十一日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.26 梢，四月十八日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.13 梢，合計每個標定枝條萌出 1.19 個梢，新梢皆無頂花為營養梢。四月二十五日至五月十六日(第七週~第十週)，為一次梢的開花期，自第一次梢及前一次梢發出。四月二十五日每標定枝條之的平均開花數為 3.63 朵，五月二日的每標定枝條之的平均開花數為 8.17 朵，五月九日的每標定枝條之的平均開花數為 3.84 朵，五月十六日的每標定枝條之的平均開花數為 0.92 朵，合計每個標定枝條開 16.56 朵花。二次梢的萌發時間是五月九日至五月三十日(第九週~第十二週)，五月九日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.33 梢，五月十六日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.80 梢，五月二十三日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.63 梢，五月三十日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.04 梢，合計每個標定枝條萌出 1.80 個新梢，以第一次梢為基數時為 1.51 個(圖 70A)。二次梢在六月六日至六月十三日(第十三週~



第十四週)開花，六月六日每標定枝條之的平均開花數為 5.13 朵，六月十三日每標定枝條之的平均開花數為 9.21 朵，合計每個標定枝條開出 14.34 朵花。六月十三日(第十四週)二次梢持續開花並伴隨三次梢的萌發，三次梢的每標定枝條之的平均新梢數為 0.42 梢，但三次梢仍為營養梢。此處理的金柑植株，新梢萌發需生長一段時間之後才開花，且開花的模式和 35/30°C 處理的相異，30/25°C 誘導下開花的枝條為腋生花，在始花期每個節位上都有花苞著生並且開花。此處理和田間試驗、盆栽試驗和溫度試驗的對照組生長與開花模式相符，一次梢和二次梢在第三次梢生長時，前兩次梢皆開始開花(圖 70B)。

以 25/20°C 處理的金柑盆栽(圖 71)，一次梢的萌發時間是四月四日至四月十八日(第四週~第六週)，四月四日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.67 梢，四月十一日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.54 梢，四月十八日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.21 梢，合計每個標定枝條抽出 1.42 個新梢。二次梢的萌發時間為五月九日至五月三十日(第九週至第十二週)，五月九日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.42 梢，五月十六日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.58 梢，五月二十三日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.50 梢，五月三十日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.13 梢，合計每個標定枝條萌出 1.63 個新梢，以第一次新梢為基數，則為 1.15 個。25/20°C 處理的金柑植株，自三月十四日至六月十三日(第一週~第十四週)為止，僅萌發一次梢和二次梢，在梢萌發並生長之後，再度萌發下個梢次的新梢，此溫度的盆栽只進行營養生長，完全沒有開花的現象。

以 20/15°C 處理的金柑盆栽植株(圖 72)，一次梢萌發時間是四月十八至五月九日(第六週~第九週)，四月十八日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.42 梢，四月二十五日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.58 梢，五月二日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.29 梢，五月九日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.04 梢，合計每個標定枝條萌出 1.33 個新梢。20/15°C 下的金柑植株，此處理的植株僅有一次梢萌發和生長，至第十四週試驗結束之前，無梢萌發與開花的現象。

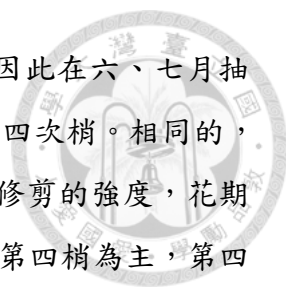
## 結 果

### 一、修剪強度與時間對金柑生長之影響

完全未修剪的對照組金柑盆栽植株，生長與開花狀況如(圖 1)。2007 年三月的第二週開始至四月第二週為止抽出第一次梢，全為營養梢，五月的第二週抽出第二次梢，第二次梢的抽梢時間集中在五月，六月的第三週開始抽出第三次梢，八月和九月抽出第四次梢，抽梢數量以第一次梢最多，但第二次梢最集中，其後抽梢量減少，第四次梢最少(圖 1A)。第一次梢未開花，也未見花苞，在第三次梢萌出之前可見花苞形成，在第三次梢萌出之後，不久即開花。六月的第三至四週開始開花，首先開花的位置是第一次梢及去年最後一次梢，由於第一次頂芽已長出第二次梢，故花由去年最後一次梢與第一次梢之葉腋萌出，均為腋生花；第二次梢著花狀況亦相同，但花開放略晚於第一次梢。第三梢萌出時，即同時產生頂生花苞，開花模式與前兩次梢不同，剛開始開花時，只有在頂芽的位置有單朵花苞著生並開花，屬於帶葉花序，與一般柑橘之春梢花芽相同(圖 1B)。對照組的花期自 2007 年六月的第四週至九月的第二週為止，盛花期則是集中在七月，各梢次的開花量在八月開始遞減；九月開的花量最少，當時正在抽出第四次梢，但第四次梢上已無花芽分化，僅其下之枝梢上會有零星的花開放。2007 年十月至 2008 年的二月(圖 1A)，對照組的盆栽營養生長停止。在 2008 年的三月開始萌發當年的新梢。自 2008 年三月的第二週至四月的第二週抽出一梢，全為營養梢，五月的第二週抽出第二次梢，六月的第三週與第四週開始抽出第三次梢。2007 年的抽梢量低於 2008 年。同樣的在 2008 年六月的第四週，開始出現花苞著生與開花的情況。其開花模式與 2007 年相同，僅有第三梢為帶葉花序，其餘兩次梢均為腋生花。開花量則以第一梢最多，第二梢次之，第三梢最少(圖 1B)。

修剪的植株，無論是 2006 年十一月(圖 2A、3A)、十二月(圖 4A、5A)、2007 年一月(圖 6A、7A)、二月(圖 8A、9A)和三月(圖 10A、11A)弱修剪和強修剪，都是三月才開始抽新梢，其中 2006 年十一月、十二月、2007 年一月、二月集中在三月的第二至三週抽新梢；二月修剪的部分，則是在三月的第四週開始抽新梢。

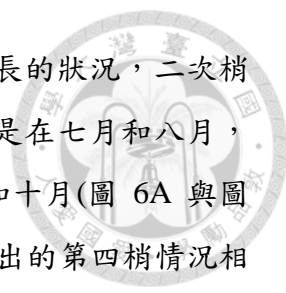
2006 年十一月所修剪的金柑，在隔年的三月、四月、五月抽出新梢，三月和四月抽出的新梢，大都萌自修剪部位下方數個芽，而五月份所萌出的一次梢，芽體萌發的位置則多位於三月和四月萌出部位的下方，即為第五個芽體以下的部



位。由於第一次梢萌出較不整齊，故影響往後抽梢的整齊度，因此在六、七月抽出第二次梢，六、七、八月抽出第三次梢，八、九、十月抽出第四次梢。相同的，四月和五月萌出的春梢均未開花。2006 年十一月修剪者，無論修剪的強度，花期皆集中在 2007 年的六、七和八月(圖 2B、3B)。九月則是以抽出第四梢為主，第四梢並未開花，伴隨抽梢的現象，仍觀察到有零星的花開放，但開花量極少，開花的位置是在當年所抽出的一次梢或是二次梢上，比較基部的位置。本月修剪者，無論修剪強度，抽梢數量均以第一次梢最多，但較不整齊，其次是第二次梢與第三次梢，第四次梢數量較少(圖 2A 及 3A)。2007 年萌出的第一次梢無花芽，第二次梢萌出後，在第一次梢上開始看到腋生之花苞，六月份第三次梢萌出時，第一與第二次梢上即陸續開花。而第三次梢上可見到只有頂芽開花的帶葉花序。2008 年三月和四月開始抽出當年的第一次梢，五月和六月抽出第二次梢。第三次梢萌發時間在六月的第三週，第四週為最後觀察的時間，在第四週觀察到頂芽有單花且開花的現象，而此時的第一梢和第二梢上正在開腋生花，有的節位會一次開出三朵，不過大部分的節位上，在剛開始開花的時候，大約都是開出 1-2 朵花，只是因為金柑的花期很長，所以每個梢上會開出較多朵花。

2006 年十二月輕修剪(圖 4)與強修剪(圖 5)的盆栽的金柑植株，在隔年的三月、四月和五月萌發第一次梢，第一次新梢的分布與十一月修剪者相同，在五月、六月和七月起陸續由第一次梢上萌發第二次梢，七月和八月再萌發第三次梢，在當年的八月、九月和十月抽出第四次梢(圖 4A 與圖 5A)。和十一月的處理相同，此時期所抽出的第三次梢，雖然枝條幼嫩，但可看到有單花著生在第三次梢上，當頂芽的花開花之後，其他位置陸續開花。新梢，沒有開花的現象。2006 年十二月所修剪的金柑，花期仍集中在 2007 年的六月、七月和八月，開花的位置在第一梢、第二梢和第三梢(圖 4B、圖 5B)。第一次梢上的花芽在第二次梢成長之後形成，第三次梢萌出時開花。第二次梢上的花苞在第三次梢萌出時形成，在第一次梢開花不久後開放。第三次梢抽出時，會形成具有單花的頂芽花序，在七月和八月開放。2008 年開花的紀錄比較少，是因為開花時，實驗就結束，所以所調查到的花數，是剛開始開花的花量。

2007 年一月所處理的金柑，無論是輕修剪(圖 6)或是強修剪(圖 7)，在當年三月的萌發新梢，第一次梢抽出的時間點在三月的第三週、四月和五月，而五月開



始也抽出第二次梢，此時有一次梢的晚梢和二次梢早梢同時生長的狀況，二次梢生長的時間集中在五月、六月和七月，第三次梢所抽梢的時間是在七月和八月，八月開始抽出第四次梢，第四次梢抽梢時間集中在八月、九月和十月(圖 6A 與圖 7A)。同樣的第四次梢也和 2006 年十一月、2006 年十二月所抽出的第四梢情況相同，都不會開花。2007 一月所修剪的金柑，花期集中在六月、七月和八月(圖 6B 與圖 7B)，九月因為抽出第四次梢，只有零星開花的現象，花量不多。開花之時程分布與十二月份修剪者相近。待第四梢生長之後，冬季就不再有新梢生長。直至 2008 年的三月，才又有新梢萌發。三月和四月抽出一梢，五月和六月抽出第二次梢，而在六月抽出第三次梢，同樣的，在梢上會形成具有單朵頂花開花的情形，其他第一梢和第二梢在每個節位上都開出腋生花。第三次梢的葉腋部位，必須等到第三次梢的單朵花開完，才會開始開花。

2007 年二月輕修剪者，第一次梢的抽梢時間在三月和四月，第二次梢的抽梢時間集中在五月，第三次梢抽梢時間是在六月和七月，第四次梢抽梢時間是在八月和九月(圖 8A)。當年所生的一次梢、二次梢和三次梢其開花時間皆集中在六月底至九月上旬，強剪處理者，第一次梢的開花花量在六月底時，是三個梢次中最多的，第二次梢次之，第三次梢只有枝條的頂芽有花苞著生。弱修剪的盛花期集中在七月，第二次梢的開花量高於第一次梢和第三次梢，八月開花量開始逐漸遞減，九月上旬，三個梢次上有零星開花伴隨抽出第四次梢，在九月中下旬結束開花(圖 8B)。自 2007 年的十月至 2008 年的二月，停止營養生長和開花。自 2008 年三月中旬開始到四月抽出一梢，五月抽出第二次梢，六月下旬抽出第三次梢。2008 年的開花期集中在六月底，以第一次梢的花量最多，第二梢次之，第三次梢則只有頂芽的位置著生花苞，開出單朵的花(圖 8B)。

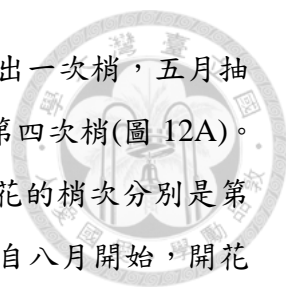
2007 年二月強修剪者(圖 9)，第一次梢的抽梢時間在三月和四月，第二次梢的抽梢時間集中在五月，第三次梢抽梢時間是在六月和七月，第四次梢抽梢時間是在八月和九月。和弱修剪之生長表現也相當接近，只差在抽梢量的不同(圖 9A)。弱修剪者當年所生的一次梢、二次梢和三次梢其開花時間也是集中在六月底至九月上旬，其中第一次梢的開花花量在六月底是三個梢次中最多的，第二次梢次之，第三次梢只有枝條的頂芽有花苞著生(圖 8A)。強修剪者的盛花期集中在七月，第一次梢的開花量高於第二次梢和第三次梢，八月開花量開始逐漸遞減，九月上旬，

三個梢次上有零星開花伴隨抽出第四次梢，在九月中下旬結束開花(圖 9B)。自 2007 年的十月至 2008 年的二月，停止生長。自 2008 年三月中旬開始到四月抽出一梢，五月抽出第二次梢，六月下旬抽出第三次梢(圖 9A)。2008 年的開花期集中在六月底，以第一次梢的花量最多，第二梢次之，第三次梢則只有頂芽的位置著生花苞，開出單朵的花。

2007 年三月輕修剪者(圖 10)，在當年的三月抽出新梢，弱修剪的處理，當年的三月和四月抽出一梢，兩者均在五月抽出第二次梢，六月和七月抽出第三次梢，八月、九月和十月抽出第四次梢(圖 10A)。兩種修剪強度之花期很接近，花期則集中在 2007 年的六月至九月，其中第一梢和第二梢的開花時間是六月下旬；第三次梢在六月底，用肉眼觀察到頂端有花苞著生，屬於帶葉花序。無論是第一次梢、第二次梢，還是第三次梢，盛花期集中在七月，八月開始，花量有逐漸遞減的趨勢，至九月上旬每個梢次的開花量約僅 0-2 朵不等，至九月中與下旬至當年的十二月為止，沒有觀察到金柑盆栽有再次開花的現象(圖 10B 及圖 11B)。2007 年十一月至 2008 年二月金柑停止營養生長，至 2008 年的三月和四月抽出一梢，五月抽出二次梢，六月抽出第三次梢；無論是一次梢、二次梢還是三次梢，都是集中在六月下旬開始開花，第三次梢的開花情況和 2007 年相同，六月底開花的位置都是頂短著生單朵花(圖 10B)。

2007 年三月強修剪者(圖 11)，是在當年的三月底即抽出新梢，抽梢時間與輕修剪相較之下晚了兩週。強修剪的處理，當年的三月和四月抽出一梢，五月抽出第二次梢，六月底開始至七月抽出第三次梢，八月、九月和十月抽出第四次梢(圖 11A)。兩個處理的花期則集中在 2007 年的六月至九月(圖 10B 及圖 11B)。其中，第一梢和第二梢的開花時間是六月下旬；第三次梢在六月底時。肉眼觀察到頂端有花苞著生，屬於帶葉花序。無論是第一次梢、第二次梢，還是第三次梢，盛花期集中在七月，自八月開始，開花量有逐月遞減的趨勢，至九月上旬開花量驟減，每個梢次的開花量僅 0-2 朵不等，至九月中與下旬逐月至當年的十二月為止，金柑不再開花(圖 11B)。2007 年十一月至 2008 年二月金柑營養生長停止，至 2008 年的三月和四月萌發一次梢，五月萌發二次梢，六月萌發第三次梢；無論是一次梢、二次梢還是三次梢，都是集中在六月下旬開始開花，第三次梢的開花情況和 2007 年相同，六月底開花的位置都是頂芽著生單朵花苞的帶葉花序，並且開花(圖 11B)。






2007 年四月的輕修剪者(圖 12)，在當月下旬和五月開始抽出一次梢，五月抽出第二次梢，六月和七月抽出第三次梢，八月、九月和十月抽出第四次梢(圖 12A)。輕修剪處理者的開花期，自六月下旬開始至九月上旬結束，開花的梢次分別是第一次梢、第二次梢和第三次梢(圖 12A)。盛花期則集中在七月，自八月開始，開花的花量逐漸遞減，在九月上旬結束開花(圖 12B)。自 2007 年十月第三週開始到 2008 年二月為止，金柑停止營養生長。2008 年三月開始抽出當年的新梢，在三月和四月抽出第一次梢，五月抽出第二次梢，六月第三週開始抽出第三次梢。2008 年六月的第四週，在第一次梢、第二次梢和第三次梢皆出現花苞著生與開花的現象，第三次梢開花的情形和其他組別相同，皆是在頂芽的位置出現單朵花苞的帶葉花序(圖 12B)。

2007 年四月的強修剪者(圖 13)，在四月下旬和五月開始抽出一次梢，五月抽出第二次梢，六月和七月抽出第三次梢，八月、九月和十月抽出第四次梢(圖 13A)。四月強修剪者的開花期，自六月底開始至九月上旬結束，開花的梢次分別是第一次梢、第二次梢和第三次梢。盛花期則兩處理大致相同，皆集中在七月，自八月開始，開花的花量逐月遞減，在九月上旬結束開花(圖 13B)。自 2007 年十月第三週開始到 2008 年二月為止，金柑停止營養生長。與輕修剪相同，2008 年三月開始抽出當年的新梢，在三月和四月抽出第一次梢，五月抽出第二次梢，六月第三週開始抽出第三次梢(圖 13A)。2008 年六月的第四週，在第一次梢、第二次梢和第三次梢皆出現花苞著生與開花的現象，第三次梢的開花和其他組別相同，皆是在頂芽的位置出現單朵花苞著生的帶葉花序(圖 13B)。

2007 年五月輕修剪者(圖 14)，在五月下旬隨即抽出一次梢，且梢生長的時間集中，六月抽出第二次梢，七月和八月間抽出第三次梢，九月和十月間抽出第四次梢(圖 14A)。開花期則是當年的七月至九月間，七月的開花量最多，自八月開始逐漸遞減，至九月上旬結束開花。和其他的處理有相異的地方，就是第一次梢的花量高於其它梢次所開花的花(圖 14B)。自 2007 年十一月至 2008 年二月盆栽停止營養生長。2008 年三月下旬至四月中旬開始抽出當年的一次梢，五月抽出第二次梢，六月第三週抽出第三次梢(圖 14A)；自 2008 年六月的第四週開始出現花苞著生與開花的現象，第一次梢開花量高於第二次梢和第三次梢。第三次梢在六月的第四週觀察到頂芽有花苞著生且開單朵花的帶葉花序。



2007 年五月強修剪(圖 15)之盆栽金柑表現，和輕修剪者相近，在修剪後，當月萌發第一次梢，且抽梢生長的時間集中，六月抽出第二次梢，七月和八月抽出第三次梢，九月和十月抽出第四次梢(圖 15A)。開花期則是當年的七月至九月，七月的開花量最多，自八月開始逐漸遞減，至九月上旬結束開花，此處理的開花結果也和 2007 年五月的弱修剪者相同。和其他的處理有相異的地方，就是第一次梢的花量高於其它梢次所開花的花。自 2007 年十月的第四週開始至 2008 年二月植株停止營養生長。2008 年三月下旬至四月中旬開始萌發當年的一次梢，五月萌發第二次梢，六月第三週萌發第三次梢；自 2008 年六月的第四週開始出現花苞著生與開花的現象，第一次梢開花量高於第二次梢和第三次梢。第三次梢在六月的第四週觀察到頂芽有花苞著生且開單朵花的帶葉花序(圖 15)。

2007 年六月輕修剪者(圖 16)，修剪之後的第二週隨即萌發新梢，六月萌發第一次梢，且抽梢時間集中。七月第二週與第三週萌發第二次梢，八月和九月萌發第三次梢，九月底開始至十月萌發第四梢，在九月中旬和下旬出現第三次梢與第四梢次生長重疊的情況(圖 16A)。輕剪處理者開花期則是集中在七月至九月上旬，開花的花量以第一次梢最多，第二梢次之，第三次梢最少。此處理的第一次梢萌發時間與對照組的第二次梢抽梢時間相似(圖 1B)，其表現與對照組同期抽梢者相近。第二次梢抽梢時間與對照組的第三次梢相似。六月份弱修剪的第三次梢，開花的情況只有頂芽位置著生花苞，開完此節位的花之後，當年的花期即結束(圖 16B)。自 2007 年十月第四週開始至 2008 年二月底，此處理的金柑盆栽停止營養生長。2008 年三月開始萌發當年的新梢，三月和四月抽出一梢，五月抽出第二次梢，六月的第三和第四週抽出第三次梢(圖 16A)。2008 年六月的第三週和第四週，開始出現花苞著生與開花的現象。第三梢開花的情況與其他處理相同，皆是在頂芽出現單朵花苞著生的帶葉花序(圖 16B)。


2007 年六月強修剪者(圖 17B)與弱修剪者(圖 16B)之生長與開花表現相近。七月第二週與第三週抽出第二次梢，八月和九月抽出第三次梢，九月底開始至十月抽出第四梢，在九月中旬和下旬出現第三次梢與第四梢次生長重疊的情況。輕剪者的開花期集中在七月至九月上旬，開花的花量以第一次梢最多，第二梢次之，第三次梢最少。此處理的第一次梢發生時間與對照組的第二次梢抽梢時間相似，第二次梢抽梢時間與對照組的第三次梢相似。輕修剪者的第三次梢，開花的時間

是八月第四週和九月的第一週，只有頂芽位置著生花苞，開完此節位的花之後，當年的花期結束(圖 16B)。自 2007 年十月第四週開始至 2008 年二月底，此處理的金柑停止營養生長。2008 年三月開始萌發當年的新梢，三月和四月抽出一枝梢，五月抽出第二次梢，六月的第三和第四週抽出第三次梢(圖 17A)。2008 年六月的第三週和第四週，開始出現花苞著生與開花的現象。第三次梢開花的情況與其他處理相同，皆在頂芽出現單朵花苞著生的帶葉花序(圖 17B)。

2007 年七月輕修剪者(圖 18)，在修剪後的第二週隨即開始萌發新梢，七月抽出第一次梢，抽梢時間集中，八月抽出第二次梢，九月和十月抽出第三次梢(圖 18A)。此處理的開花期是八月和九月，開花的梢次是第一次梢和第二次梢；八月為盛花期，九月開花量很少，多半是抽第三次梢時在第一次梢上開出零星的花。第二次梢開花的位置是頂芽，頂芽出現單朵花苞的帶葉花序，開完花之後，第三次梢上不開花，花期結束(圖 18B)。自 2007 年十月第四週開始至 2008 年 2 月底，此處理的金柑停止營養生長。在 2008 年三月開始抽出當年的新梢，三月和四月抽出第一次梢，五月的第一週和第二週抽出第二次梢，六月的第三週開始抽出第三次梢，2008 年六月的第四週開始出現花苞著生並且開花的現象。第三次梢在六月的第四週，頂芽有花苞著生且開單朵花的帶葉花序(圖 18A)。

2007 年七月強修剪者(圖 19)與輕修剪(圖 18)的處理植株修剪後之表現相同，在修剪後的第二週隨即萌發新梢，七月抽出第一次梢，抽梢時間也呈現集中的情況，八月抽出第二次梢，九月和十月抽出第三次梢(圖 19A)。此處理的開花期是八月和九月，開花的梢次是第一次梢和第二次梢；八月為盛花期，九月開花量很少，多半是抽第三次梢並在第一次梢上開出零星的花。第二次梢開花的位置是頂芽，頂芽出現單朵花苞著生並開花，開完花之後，花期結束(圖 19B)。此處理的抽梢與開花表現與弱修剪相似，只是差別在於抽梢與開花的量相異，弱修剪高於強修剪(圖 18B、19B)。自 2007 年十月第四週開始至 2008 年 2 月底，此處理的金柑盆栽停止營養生長；在 2008 年三月開始抽出當年的新梢，三月和四月抽出第一次梢，五月的第一週和第二週抽出第二次梢，六月的第三週開始抽出第三次梢。2008 年六月的第四週起，與各次梢開始陸續出現花苞，並且開花的現象。第三次梢在六月的第四週，抽出為頂芽有花苞著生的帶葉花序且開單朵花(圖 19B)。

2007 年八月輕修剪者(圖 20)，抽梢的情況和 2007 年七月的輕修剪(圖 18)與強



修剪者(圖 19)之生長表現相似，皆在修剪後的第二週開始出抽梢的情況。在八月抽出第一次梢，且抽梢時間集中。九月和十月抽出第二次梢。但是與 2007 年七月份處理的金柑盆栽相比，此處理只有第一次梢和第二次梢的萌發和生長(圖 20A)。2007 年八月份的輕修剪處理，在當年並沒有開花的現象，修剪之後只出現營養生長。當十月份第四週至 2008 年二月底，此處理無營養生長。至 2008 年三月第三週開始萌發當年的新梢，2008 年三月和四月抽出第一次梢，五月抽出第二次梢，六月第三週和第四週抽出第三次梢(圖 20A)。2008 年六月的第四週起，各次梢陸續開始出現花苞著生並開花的現象。第三梢的開花模式則是在頂芽的位置有花苞著生的帶葉花序，並開單朵花(圖 20B)。

2007 年八月強修剪者(圖 21)，在修剪後的第三週開始萌發新梢。在八月和九月萌發第一次梢。九月和十月萌發第二次梢，此處理的第一次梢和第二次梢，抽出的時間在九月份有重疊的情況(圖 21A)。2008 年八月輕修剪和強修剪者，都只觀察到第一次梢和第二次梢的萌發和生長，在當年並沒有開花(圖 20 與圖 21)。當十月份第四週至 2008 年二月底，皆無營養生長的狀況。至 2008 年三月第三週開始萌發當年的新梢，2008 年三月和四月抽出第一次梢，五月抽出第二次梢，六月第三週和第四週抽出第三次梢(圖 21A)。2008 年六月的第四週，起開始陸續出現花苞著生，並開花的現象。第三梢的開花模式，則是在頂芽的位置有花苞著生之帶葉花序，並開單朵花(圖 21B)。

2007 年九月的輕修剪者(圖 22)和強修剪者(圖 23)，都在當年的九月和十月抽出一梢，輕修剪者自十月的第三週開始至 2008 年的二月，停止營養生長(圖 22A、圖 23B)。強修剪者自十月的第四週開始至 2008 年的二月，停止營養生長。九月的輕修剪者與強修剪者在當年均未開花(圖 22B 及圖 23B)。2008 年的三月開始萌發當年的新梢，無論是輕修剪或是強修剪，都是在 2008 年的三月第三週至四月的第二週抽出第一次梢，五月的第二週抽出第二次梢，在六月的第三週和第四週抽出第三次梢(圖 22A 及圖 23A)。2008 年六月的第四週起，開始陸續有花苞著生與開花的現象，比較 2007 年九月強修剪和輕修剪兩處理之植株，輕修剪者的抽梢量和開花量皆高於強修剪者。第三梢開花的模式則仍於頂芽著生單朵花苞並開花，所以以三次梢間比較，第一次梢開花量最多，第二次梢次之，第三次梢最少(圖 22B、圖 23B)。

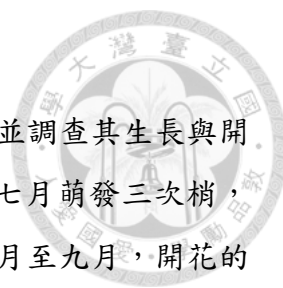
2007 年十月的輕修剪者(圖 24)，在當年的十月抽出一次梢，自十月的第四週開始至 2008 年的二月間，營養生長停止。2007 年十月的強修剪者(圖 25)，修剪後至 2008 年的二月底，即完全沒有新梢生長。無論是十月的弱修剪或是強修剪，在 2007 年均無開花的現象。2008 年的三月開始萌發當年的新梢，無論是弱修剪或是強修剪，都是在 2008 年的三月的第三週至四月的第三週抽出第一次梢，五月的第二週開始抽出第二次梢，在六月的第三週和第四週抽出第三次梢(圖 24A)。2008 年六月的第四週，開始有花苞著生與開花的現象，以 2007 年十月強修剪和輕修剪兩處理相比較之下，輕修剪者的抽梢量和開花量皆高於強修剪(圖 24B、圖 25)。第三梢開花的模式則仍於頂芽著生單朵花苞並開花，所以以三次梢間比較，第一次梢開花量最多，第二次梢次之，第三次梢的花量最少(圖 25B)。

## 第二節、強修剪對長實金柑開花之影響

### 1. 林美地區

完全不修剪對照組的金柑植株(圖 26)，於 2007 年四月至 2008 年六月調查其生長與開花。2007 年四月開始萌發一次梢，五月和六月萌發二次梢，六月和七月萌發三次梢，八月、九月和十月萌發四次梢。2007 年之花期集中在六月至九月，開花的枝條包括當年生的一次梢，二次梢和三次梢。枝條的開花型態一次梢與二次梢與三次梢相異，始花期之一次梢與二次梢皆為腋生花，即每個節位上皆著生花苞及開花；三次梢雖為幼嫩的枝條，仍出現開花的現象。三次梢在始花期，為頂芽著生單朵花苞的帶葉花序，待頂芽的花開放之後，其他節位陸續出現花苞並開花。2007 年八月至十月萌發的四次梢是營養梢，抽梢且生長之後即停梢，並在 2007 年十月至 2008 年 2 月，生長停止。2008 年三月起萌發當年的新梢，三月和四月萌發一次梢，五月和六月萌發二次梢，六月萌發三次梢。2008 年六月進入始花期，在當年生的前三次梢上開花。開花的形態與 2007 年相似。

2007 年四月修剪的金柑(圖 27)，在當年的五月萌發一次梢，六月和七月萌發二次梢，七月和八月萌發三次梢，九月和十月萌發四次梢。2007 年花期集中於七月至九月，開花的枝條包括當年所生的一次梢、二次梢和三次梢。梢次的開花型態則和對照組相似。四次梢為營養梢，未開花。2007 年十月至 2008 年二月金柑停止營養生長。2008 年三月起萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢。2008 年六月底進入始花期，開花的枝條為當年生



的一次梢、二次梢和三次梢。枝條的開花型態和對照組相同。

2007 年四月未修剪的樹冠(圖 28)，在 2006 年四次梢上掛牌並調查其生長與開花的現象。四月萌發一次梢，五月和六月萌發二次梢，六月和七月萌發三次梢，八月和九月萌發四次梢。四次梢為營養梢。2007 年的花期是六月至九月，開花的枝條為當年所生的一次梢、二次梢和三次梢。自 2007 年十月至 2008 年二月底，植株停止營養生長。自 2008 年三月開始萌發當年的新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢。2008 年六月底進入始花期，在當年的前三梢上開花。枝條開花型態和對照組相似(圖 28B)。

2007 年五月修剪的植株(圖 29)，六月和七月萌發的一次梢，七月與八月萌發二次梢，九月和十月萌發第三次梢。第三次梢為營養梢。2007 年花期集中在七月至九月，在修剪後長出的前二次梢上開花，其枝條開花的形態與對照組相似。自 2007 年十月底至 2008 年二月底止，停止營養生長。2008 年三月份開始萌發當年的新梢，三月和四月萌發出一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢。2008 年的花期自六月底進入始花期，在當年所生前三次梢上開花。2008 年開花的模式則與前一年相似(圖 29B)。

2007 年五月未修剪的樹冠(圖 30)，在當年生的一次梢上掛牌並調查其生長與開花的現象。在五月和六月抽出二次梢，六月和七月萌發三次梢，八月和九月萌發四次梢。2007 年花期則集中在六月至九月，在當年所生前三次梢上開花。開花的模式和對照組相似。2007 年十月至 2008 年二月，停止營養生長。2008 年三月和四月萌發一次梢，五月和六月萌發二次梢，六月萌發三次梢。2008 年六月底進入始花期，開花的模式和枝條皆與對照組相似(圖 30B)。

2007 年六月修剪的植株(圖 31)，七月和八月萌發一次梢，八月和九月萌發二次梢，九月和十月萌發第三次梢，十月萌發四次梢。2007 年的開花期集中在八月和九月，在當年所生的前二次梢上開花，但開花的量低於對照組，此處裡的一次梢的開花模式和對照組的一次梢和二次梢相同，二次梢的開花模式則和對照植株的第三次梢相似。2007 年十一月至 2008 年二月，停止營養生長。2008 年三月和四月萌發一次梢，五月和六月萌發二次梢，六月萌發三次梢。2008 年六月底進入始花期，並在前三次梢上開花(圖 31B)。此處裡的開花模式則和對照組相似。

2007 年六月未修剪的樹冠(圖 32)，在當年生的二次梢上掛牌並調查生長與開

花的現象。七月和八月萌發第三次梢，九月和十月萌發四次梢。2007 年花期集中於六月至九月，開花的枝條和模式與對照組相似。四次梢為營養梢。2007 年十一月至 2008 年二月底，金柑停止營養生長。2008 年三月開始萌發當年的新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢。2008 年六月底進入始花期，開花的枝條和模式則與對照組相似。

2007 年七月修剪者(圖 33)，修剪後隨即於一週內萌發新梢(圖 33A)，七月萌發一次梢，九月萌發二次梢，十月萌發三次梢。2007 年花期為八月和九月，開花的枝條只有一次梢。其模式和對照組的三次梢於始花期的情況相近，且僅出現頂芽開花的現象(圖 33B)。2007 年十一月至 2008 年二月，植株停止營養生長。2008 年三月開始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢。2008 年六月底進入始花期，開花的枝條與開花模式和對照組類似。

2007 年七月未修剪者(圖 34)，在當年生的三次梢上掛牌並調查其生長和開花的情況。2007 年的花期集中在七月至九月，開花的枝條包括一次梢、二次梢和三次梢(圖 34B)。九月和十月萌發的四次梢，皆為為營養梢。2007 年十一月至 2008 年 2 月底，停止營養生長。2008 年三月開始萌芽，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 34A)。2008 年六月底進入始花期，開花的枝條和模式皆與對照組相似。

2007 年八月修剪者(圖 35)，在處理的一週內隨即萌發新梢，八月萌發一次梢，十月萌發二次梢(圖 35A)。2007 年開花期為九月，開花的枝條為一次梢，其開花模式則和七月修剪的所萌發的一次梢、二次梢與對照組的三次梢類似(圖 35B)。2007 年十月至 2008 年 2 月底，停止營養生長。2008 年三月萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢，。2008 年六月底進入始花期，開花的部位與模式皆與對照組相似。

2007 年八月未修剪者，在當年生的三次梢上掛牌並調查生長和開花。當年開花期為八月和九月，在當年的前三次梢上開花。九月和十月萌發四次梢(圖 36B)。2007 年十一月至 2008 年二月底，停止營養生長。2008 年三月開始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 36A)。2008 年六月底進入始花期，開花的模式與部位皆類似於對照組。

2007 年九月修剪者(圖 37)，在九月和十月萌發一次梢。2007 年無開花。2007

年十一月至 2008 年二月底，植株停止營養生長。2008 年三月開始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 37A)。2008 年六月底進入始花期，開花的模式和部位皆類似於對照組(圖 37B)。

2007 年九月未修剪者(圖 38)，在當年生的三次梢上掛牌並調查生長和開花。2007 年自九月底至當年的十二月，當年所生的一次梢、二次梢和三次梢皆未開花。九月和十月萌發的四次梢為營養梢。2007 年十一月至 2008 年二月底，停止營養生長。2008 年三月開始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 38A)。2008 年六月底進入始花期，開花的部位和模式與對照組相似(圖 38B)。

2007 年十月修剪者(圖 39)，在 2007 年無抽梢。2007 年十月至 2008 年二月底，植株無營養生長。2008 年三月開始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 39A)。2008 年六月底進入始花期，開花的部位和模式與對照組相似(圖 39B)。

2007 年十月未修剪者(圖 40)，在當年所生的四次梢掛牌並調查其生長與開花之情形。自 2007 年十月至 2008 年二月底止，2007 年所生的一次梢、二次梢、三次梢和四次梢，皆停止營養生長且無開花。2008 年三月開始萌發當年新梢，2008 年三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 40A)。2008 年六月底進入始花期，開花的部位和模式與對照組相似(圖 40B)。

2007 年十一月修剪者(圖 41)，和十月修剪的結果相同，當年無萌發新梢。自 2007 年十一月至 2008 年二月，停止營養生長。2008 年三月開始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 41A)。2008 年六月底進入始花期，開花的部位和模式與對照組相似(圖 41B)。

2007 年十一月未修剪者(圖 42)，在當年所生的四次梢掛牌並調查生長與開花。自 2007 年十一月至 2008 年二月底止，2007 年所生的一次梢、二次梢、三次梢和四次梢，皆停止營養生長並且未開花。2008 年三月開始萌發當年新梢，2008 年三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 42A)。2008 年六月底進入始花期，開花的部位和模式與對照組相似(圖 42B)。

2007 年十二月處理者(圖 43)，在 2007 年無新梢萌發。自 2007 年十二月至 2008 年二月底，停止營養生長。2008 年三月開始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次



梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 43A)。2008 年六月底進入始花期，開花的部位和模式與對照組相似(圖 43B)。

2007 年十二月未修剪者(圖 44)，在當年所生的四次梢掛牌並調查生長與開花。自 2007 年十二月至 2008 年二月底止，2007 年所生的一次梢、二次梢、三次梢和四次梢，皆停止營養生長並且無開花的現象。2008 年三月開始萌發當年新梢，2008 年三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 44A)。2008 年六月底進入始花期，開花的部位和模式與對照組相似(圖 44B)。

2008 年一月修剪者(圖 45)，於 2008 年一月至 2008 年二月底，停止營養生長。2008 年三月開始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 45A)。2008 年六月底進入始花期，開花的部位和模式與對照組相似(圖 45B)。

2008 年一月未修剪者(圖 46)，在 2007 年所生的四次梢掛牌，調查觀察 2008 年新梢生長與開花。2008 年一月至 2008 年二月底止，停止生長。2008 年三月開始萌發當年新梢，2008 年三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 46A)。2008 年六月底進入始花期，開花的部位和模式與對照組相似(圖 46B)。

2008 年二月修剪者(圖 47)，在三月起開始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 47A)。2008 年六月底進入始花期，開花的部位和模式與對照組相似(圖 47B)。

2008 年二月未修剪者(圖 48)，在 2007 年所生的四次梢掛牌，調查觀察 2008 年新梢生長與開花。2008 年二月仍呈現生長靜止。2008 年三月開始萌發當年新梢，2008 年三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 48A)。2008 年六月底進入始花期，開花的部位和模式與對照組相似(圖 48B)。

## 2. 礁溪地區

完全不修剪之對照組(圖 49)在 2007 年四月開始抽出一次梢，五月和六月抽出第二次梢，六月與七月抽出第三次梢，八月和九月抽出第四次梢(圖 49A)。2007 年對照組的開花花期集中在當年的六月至九月，開花的枝條包括當年生的一次梢、二次梢和三次梢，一次梢和二次梢的為腋生花，三次梢自頂芽著生單朵花苞，待頂芽的花開放之後，其他節位陸續有花苞著生並開花(圖 49B)。自 2007 年十月

底至 2008 年二月底止，金柑停止營養生長。2008 年三月份開始萌發當年的新梢，三月和四月萌發出一次梢，五月和六月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 49A)。2008 年六月底進入始花期，開花的部位與模式和 2007 年相似(圖 49B)。

2007 年四月修剪者(圖 50)，於五月萌發一次梢，六月與七月萌發二次梢，七月和八月萌發第三次梢，九月和十月萌發第四次梢(圖 50A)。2007 年花期為七月至九月，開花的枝條包括當年生的一次梢、二次梢和三次梢(圖 50B)。自 2007 年十月底至 2008 年二月底止，停止營養生長。2008 年三月開始萌發當年的新梢，三月和四月萌發出一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 50A)。2008 年六月底進入始花期(圖 50B)，開花的部位與模式和對照組相似(圖 49B)。

2007 年四月未修剪者(圖 51)，在 2006 年四次梢掛牌並調查生長與開花。四月萌發一次梢，五月和六月萌發二次梢，六月和七月萌發三次梢，八月和九月萌發四次梢(圖 51A)。2007 年的開花期為六月至九月，開花的部位和模式與對照組相似(圖 51B)。自 2008 年三月開始萌發當年的新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 51A)。2008 年六月底進入始花期(圖 51B)，開花的部位與模式和對照組相似(圖 49B)。

2007 年五月修剪者(圖 52)，六月和七月萌發一次梢，七月與八月萌發二次梢，九月和十月萌發第三次梢(圖 52A)。2007 年開花期為七月至九月，在當年生的一次梢和二次梢上開花(圖 52B)。自 2007 年十月底至 2008 年二月底止，停止生長。2008 年三月份開始萌發當年的新梢，三月和四月萌發出一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 52A)。2008 年六月底進入始花期(圖 52B)，開花的部位與梢生長和對照組相似(圖 49B)。

2007 年五月未修剪者(圖 53)，在當年生的一次梢上掛牌並調查生長與開花。五月和六月萌發二次梢，六月和七月萌發三次梢，八月和九月萌發四次梢(圖 53A)。2007 年開花期為六月至九月，開花的部位和模式和對照組相似(圖 53B)。2007 年十月至 2008 年二月，停止生長。2008 年三月和四月萌發一次梢，五月和六月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 53A)。2008 年六月底進入始花期(圖 53B)，生長與開花的模式皆與對照組相似(圖 49B)。

2007 年六月修剪者(圖 54)，七月和八月萌發一次梢，八月和九月萌發二次梢，九月和十月萌發第三次梢(圖 54A)。2007 年的開花期為八月和九月，在當年生一次

梢和二次梢上開花(圖 54B)。此處理的開花模式類似對照組的三次梢。2007 年十一月至 2008 年二月，停止生長。2008 年三月開始萌發當年的新梢，三月和四月萌發一次梢，五月和六月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 54A)。2008 年六月底進入始花期(圖 54B)，生長與開花的模式皆與對照組相似(圖 49B)。

2007 年六月未修剪者(圖 55)，在當年生的二次梢上掛牌並調查生長與開花。在當年八月和九月萌發第三次梢，九月和十月萌發四次梢(圖 55A)。2007 年花期為六月至九月，開花部位和模式和對照組相似(圖 55B)。2007 年十一月至 2008 年二月底，停止生長。2008 年三月開始萌發當年的新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 55A)。2008 年六月底進入始花期(圖 55B)，生長與開花的模式皆與對照組相似(圖 49B)。

2007 年七月修剪者(圖 56)，於當年的八月和九月萌發一次梢，九月和十月萌發二次梢，十月萌發三次梢(圖 56A)。2007 年花期為八月和九月，僅在一次梢上開花(圖 56B)。此處理的開花模式類與對照組的三次梢類似(圖 49B)。2007 年十一月至 2008 年二月，植株停止營養生長。2008 年三月開始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 56A)。2008 年六月底進入始花期(圖 56B)，生長與開花的模式皆與對照組相似(圖 49B)。

2007 年七月未修剪者(圖 57)，在當年生三次梢上掛牌並調查其生長和開花。2007 年的花期集中在七月至九月(圖 57B)，開花的部位和模式與對照組類似。2007 年十一月至 2008 年 2 月底，停止生長。2008 年三月開始萌發當年的新梢，2008 年三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 57B)。2008 年六月底進入始花期，生長與開花的模式皆與對照組相似(圖 49B)。

2007 年八月修剪者(圖 58)，於當年的九月和十月萌發一次梢，十月萌發二次梢(圖 58A)。2007 年開花期為九月，僅在一次梢上開花(圖 58B)，與對照組的三次梢進入始花期的開花模式相似。2007 年十一月至 2008 年 2 月底，植株停止營養生長。2008 年三月萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢。2008 年六月底進入始花期(圖 58B)，生長與開花的模式皆與對照組相似(圖 49B)。

2007 年八月未修剪者(圖 59)，在當年生的三次梢上掛牌並調查其生長和開花。2007 年開花期是八月和九月(圖 59B)，開花的部位和模式和對照組相似(圖 49B)。

2007 年十一月至 2008 年二月底，停止生長。2008 年三月開始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 59A)。2008 年六月底進入始花期(圖 59B)，生長與開花的模式皆與對照組相似。

2007 年九月修剪者，在九月和十月萌發一次梢(圖 60A)。2007 年未開花。2007 年十一月至 2008 年二月底，停止生長。2008 年三月開始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 60A)。2008 年六月底進入始花期(圖 60B)，生長與開花的模式皆與對照組相似(圖 49B)。

2007 年九月未修剪者(圖 61)，在當年生的三次梢上掛牌並調查生長和開花。2007 年自九月底至當年的十二月，當年所生的一次梢、二次梢和三次梢皆無開花的現象。九月和十月萌發四次梢。2007 年十一月至 2008 年二月底，停止生長。2008 年三月開始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 61A)。2008 年六月底進入始花期(圖 61B)，生長與開花的模式皆與對照組相似(圖 49B)。

2007 年十月修剪者(圖 62)，在 2007 年未抽梢與開花(圖 62B)。2008 年三月始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 62A)。2008 年六月底進入始花期，生長與開花的模式皆與對照組相似。

2007 年十月未修剪者(圖 63)，在當年所生的四次梢掛牌並調查生長與開花。自 2007 年十月至 2008 年二月底止，2007 年所生的一次梢、二次梢、三次梢和四次梢，處於生長停止狀態。2008 年三月開始萌發當年新梢，2008 年三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 63A)。2008 年六月底進入始花期(圖 63B)，生長與開花的模式皆與對照組相似。

2007 年十一月處理者(圖 64)，在 2007 年未抽梢與開花。自 2007 年十二月至 2008 年二月，停止生長。2008 年三月始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 64A)。2008 年六月底進入始花期(圖 64B)，生長與開花的模式皆與對照組相似。

2007 年十一月未修剪者(圖 65)，在當年所生的四次梢掛牌並調查生長與開花。自 2007 年十一月至 2008 年二月底止，2007 年共生四次梢，皆處於停止生長之狀態。2008 年三月始萌發當年新梢，2008 年三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 65A)。2008 年六月底進入始花期(圖 65B)，生長與

開花的模式皆與對照組相似。

2007 年十二月修剪者(圖 66)，在 2007 年無抽梢和開花。自 2007 年十二月至 2008 年二月底，停止營養生長。2008 年三月開始萌發當年新梢，三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 66A)。2008 年六月底開始開花，在當年生的前三次梢上開花。生長與開花的模式皆與對照組相似(圖 49B)。

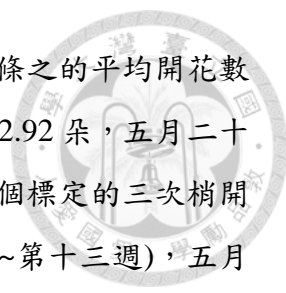
2007 年十二月未修剪者(圖 67)，在當年所生的四次梢上掛牌並調查生長與開花。自 2007 年十二月至 2008 年二月底止，2007 年所生共四次梢，皆處於停止生長狀態。2008 年三月開始萌發當年新梢，2008 年三月和四月萌發一次梢，四月和五月萌發二次梢，六月萌發三次梢(圖 67A)。2008 年六月底進入始花期(圖 67B)，生長與開花的模式皆與對照組相似(圖 49B)。

### 三、溫度對金柑生長與開花之影響

完全不經溫度處理的對照組金柑盆栽植株(圖 68)，置於臺大園藝系露天條件下，自 2008 年三月十四日開始觀察生長與開花。在 2008 年三月二十一日起，開始萌發 2008 年的新梢。一次梢萌發的時間為處理後的第二週至第五週，三月二十一日(第二週)每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.13 梢，三月二十八日(第三週)每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.46 梢，四月四日(第四週)每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.46 梢，四月十一日(第五週)每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.08 梢，合計每個標定之條萌出 1.13 個新梢。二次梢萌發時間為處理後的第七週至第十週，四月二十五日(第七週)每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.08 梢，五月二日(第八週)每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.58 梢，五月九日(第九週)每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.79 梢，五月十六日(第十週)每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.17 梢，合計每個標定之條之第二次梢有 1.62 個，以第一次梢為基數計算則為 1.43 個。六月六日至六月十三日萌發三次梢，六月六日(第十三週)每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.25 梢，六月十三日(第十四週)每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.25 梢，合計每標定之條上升出第三次梢有 0.5 個，以二次梢數計算時，則為 0.31 個，即大部份二次梢不萌出三次梢(圖 68A)。對照組於第三次萌梢時，開始看到花序，同時在第十三週開始開花，開花的枝條包括一次梢和二次梢。六月六日(第十三週)每標定枝條之一次梢每枝條的平均開花數為 3.58 朵，二次梢上每枝條之的平均開花數為 8.29 朵；六月十三日(第十四週)一次梢每枝條之的

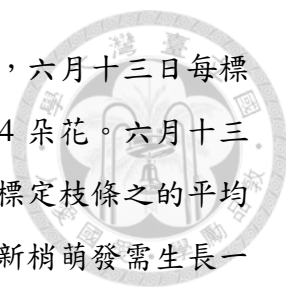
平均開花數為 2.79 朵，二次梢每枝條之的平均開花數為 10.33 朵。對照組一次梢萌發之後，需要一段時間生長後，萌發二次梢，但不開花。待二次梢萌發並生長一段時間之後，在萌發三次梢時，一次梢和二次梢才開始開花。一次梢和二次梢開花的枝條型態為腋生花，六月底為始花期可觀察到每個節位上皆有花苞著生並開花的現象，並且在頂芽與較前的節位有三次梢萌發，在第十四週試驗結束之最後一次調查，三次梢仍未出現開花的現象(圖 68B)。

以 35/30°C 處理的金柑盆栽植株(圖 69)，在三月二十一日(第二週)萌發一次梢，每標定枝條之的平均新生之梢數為 1.13 梢。同時，在調查梢生長時也觀察到頂芽開花的情況，同時亦在標定枝條與一次梢上生成小花。一次梢的花期是三月二十一日(第二週)四月十一日至(第五週)。三月二十一日(第二週) 每標定枝條之的平均開花數為 0.98 朵，三月二十八日(第三週)的每標定枝條之的平均開花數為 4.95 朵，四月四日(第四週) 每標定枝條之的平均開花數為 1.66 朵，四月十一日(第五週) 每標定枝條之的平均開花數為 0.44 朵，合計每個標定枝條平均開出 8.03 朵。二次梢萌發時間，自四月四日至四月二十五日(第四週~第七週)，四月四日(第四週) 每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.29 梢，四月十一日(第五週) 每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.42 梢，四月十八日(第六週)每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.71 梢，四月二十五日(第七週) 每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.04 梢，合計每個標定枝條萌出 1.46 個新梢，以第一次梢為基數時為 1.29 個(圖 69A)。二次梢的開花期是四月十一日至五月九日(第五週~第九週)，新梢頂芽著生頂生小花，花自當次梢萌出，少數來自一次梢及其下之枝梢。四月十一日(第五週)每個標定枝條的平均開花量為 0.13，四月十八日(第六週) 每標定枝條之的平均開花數為 2.43 朵，四月二十五日(第七週) 每標定枝條之的平均開花數為 3.55 朵，五月二日(第八週) 每標定枝條之的平均開花數為 2.27 朵，五月九日(第九週) 每標定枝條之的平均開花數為 0.42 朵，合計每標定枝條之開花數為 8.8 朵。三次梢萌發的時間，自五月二日至五月十六日(第八週~第十週)，五月二日(第八週) 每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.54 梢，五月九日(第九週) 每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.54 梢，五月十六日(第十週) 每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.04 梢，合計每標定枝條抽出 1.2 個新梢，以第二次梢為基數計算時為 0.77 個。同時新梢著生頂花，三次梢的開花期自五月九日至五月二十三日(第八週~第十一週)，五月二日(第八週) 每標



定枝條之的平均開花數為 0.17 朵，五月九日(第九週) 每標定枝條之的平均開花數為 3.84 朵，五月十六日(第十週) 每標定枝條之的平均開花數為 2.92 朵，五月二十三日(第十一週) 每標定枝條之的平均開花數為 0.05 朵，合計每個標定的三次梢開 6.89 朵花。四次梢萌發時間為五月三十日至六月六日(第十二週~第十三週)，五月三十日(第十二週) 每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.88 梢，六月六日(第十三週) 每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.33 梢，合計每個標定枝條萌出 1.21 個梢，以第三次梢為基數時為 1.08 個。新梢亦具頂花。四次梢開花時間自五月三十日至六月十三日(第十二週~第十四週)，五月三十日每標定枝條之的平均開花數為 0.48 朵，六月六日每標定枝條之的平均開花數為 4.84 朵，六月十三日每標定枝條之的平均開花數為 2.38 朵，合計每個標定枝條第四次梢開 7.70 朵花。各次梢在萌發新梢時，頂芽的位置皆有花苞著生，為單朵花的帶葉花序，待著生於頂芽的花開放之後，各節位的花隨即開放，在各梢的花期結束之前，又出現新梢的萌發。35/30°C 下處理的金柑植株，可見新梢萌發並開花之生長重疊的情況，與其他處理相比，35/30°C 萌發梢次達四次，各梢次萌發的枝條皆能開花，且幾乎每個葉腋均有小花(圖 69B)。

以 30/25°C 處理的金柑盆栽植株(圖 70)，於三月二十八日至四月十八日(第三週~第六週)萌發一次梢，三月二十八日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.17 梢，四月四日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.63 梢，四月十一日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.26 梢，四月十八日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.13 梢，合計每個標定枝條萌出 1.19 個梢，新梢皆無頂花為營養梢。四月二十五日至五月十六日(第七週~第十週)，為一次梢的開花期，自第一次梢及前一次梢發出。四月二十五日每標定枝條之的平均開花數為 3.63 朵，五月二日的每標定枝條之的平均開花數為 8.17 朵，五月九日的每標定枝條之的平均開花數為 3.84 朵，五月十六日的每標定枝條之的平均開花數為 0.92 朵，合計每個標定枝條開 16.56 朵花。二次梢的萌發時間是五月九日至五月三十日(第九週~第十二週)，五月九日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.33 梢，五月十六日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.80 梢，五月二十三日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.63 梢，五月三十日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.04 梢，合計每個標定枝條萌出 1.80 個新梢，以第一次梢為基數時為 1.51 個(圖 70A)。二次梢在六月六日至六月十三日(第十三週~



第十四週)開花，六月六日每標定枝條之的平均開花數為 5.13 朵，六月十三日每標定枝條之的平均開花數為 9.21 朵，合計每個標定枝條開出 14.34 朵花。六月十三日(第十四週)二次梢持續開花並伴隨三次梢的萌發，三次梢的每標定枝條之的平均新梢數為 0.42 梢，但三次梢仍為營養梢。此處理的金柑植株，新梢萌發需生長一段時間之後才開花，且開花的模式和 35/30°C 處理的相異，30/25°C 誘導下開花的枝條為腋生花，在始花期每個節位上都有花苞著生並且開花。此處理和田間試驗、盆栽試驗和溫度試驗的對照組生長與開花模式相符，一次梢和二次梢在第三次梢生長時，前兩次梢皆開始開花(圖 70B)。

以 25/20°C 處理的金柑盆栽(圖 71)，一次梢的萌發時間是四月四日至四月十八日(第四週~第六週)，四月四日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.67 梢，四月十一日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.54 梢，四月十八日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.21 梢，合計每個標定枝條抽出 1.42 個新梢。二次梢的萌發時間為五月九日至五月三十日(第九週至第十二週)，五月九日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.42 梢，五月十六日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.58 梢，五月二十三日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.50 梢，五月三十日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.13 梢，合計每個標定枝條萌出 1.63 個新梢，以第一次新梢為基數，則為 1.15 個。25/20°C 處理的金柑植株，自三月十四日至六月十三日(第一週~第十四週)為止，僅萌發一次梢和二次梢，在梢萌發並生長之後，再度萌發下個梢次的新梢，此溫度的盆栽只進行營養生長，完全沒有開花的現象。

以 20/15°C 處理的金柑盆栽植株(圖 72)，一次梢萌發時間是四月十八至五月九日(第六週~第九週)，四月十八日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.42 梢，四月二十五日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.58 梢，五月二日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.29 梢，五月九日每標定枝條之的平均新生之梢數為 0.04 梢，合計每個標定枝條萌出 1.33 個新梢。20/15°C 下的金柑植株，此處理的植株僅有一次梢萌發和生長，至第十四週試驗結束之前，無梢萌發與開花的現象。



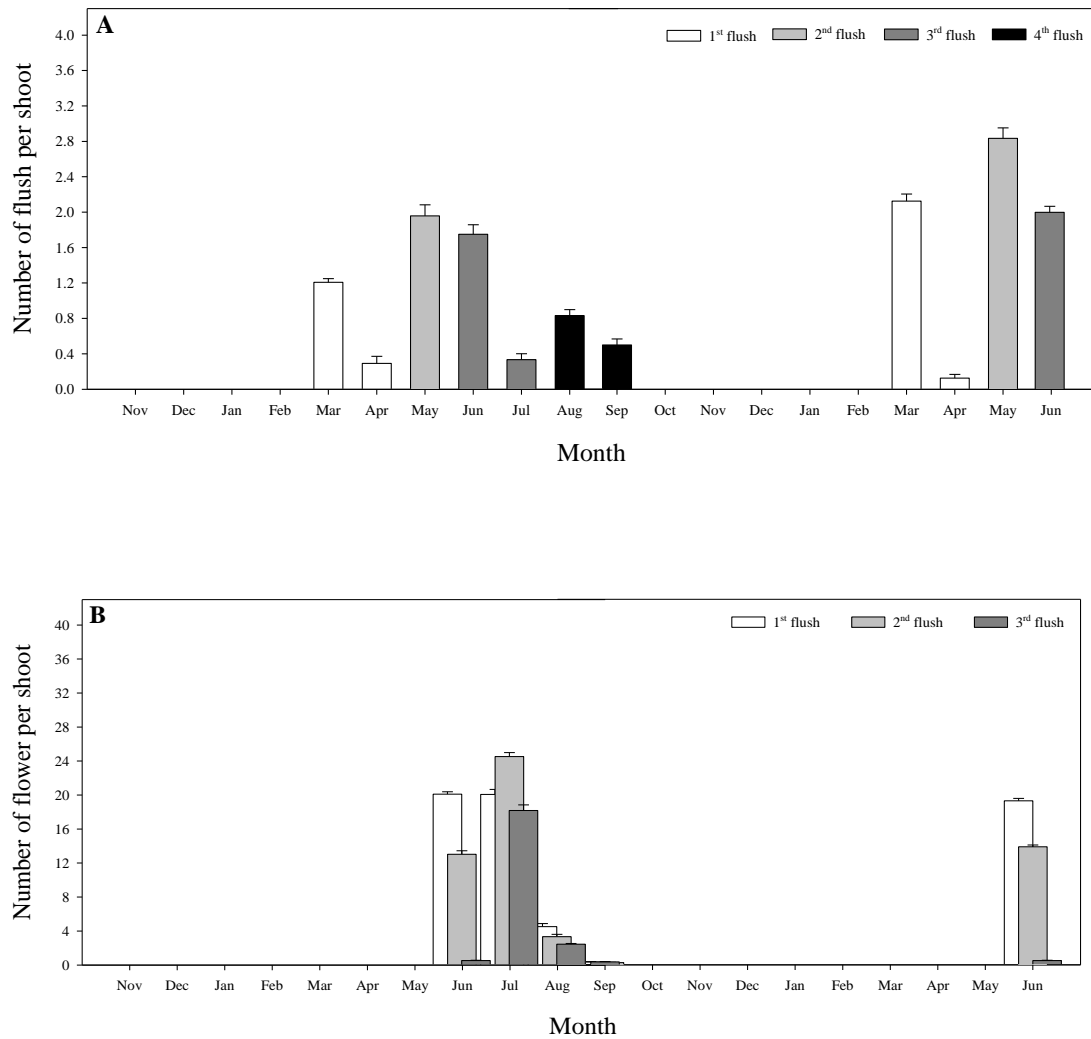


圖 1. 長實金柑盆栽試驗之對照組於試驗期間抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 1. The numbers of bud spouting (A) and anthesis (B) of control plant of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. plot experiment.

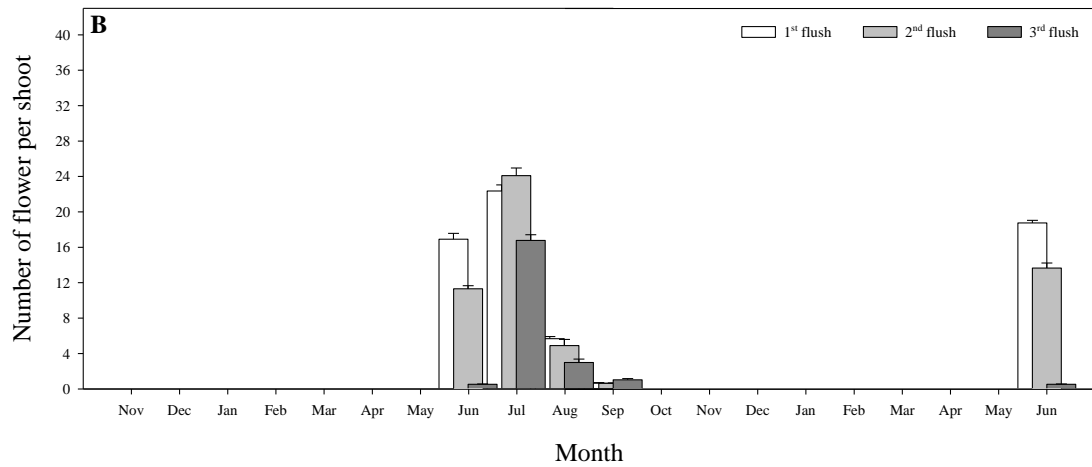
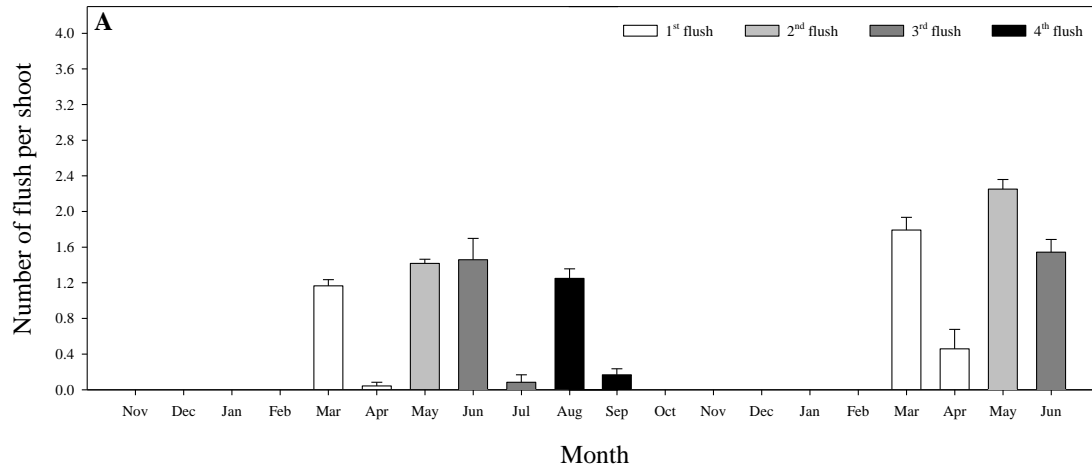
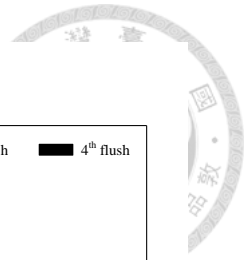


圖 2. 十一月輕修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 2. Effects of moderate pruning in November on spouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle.

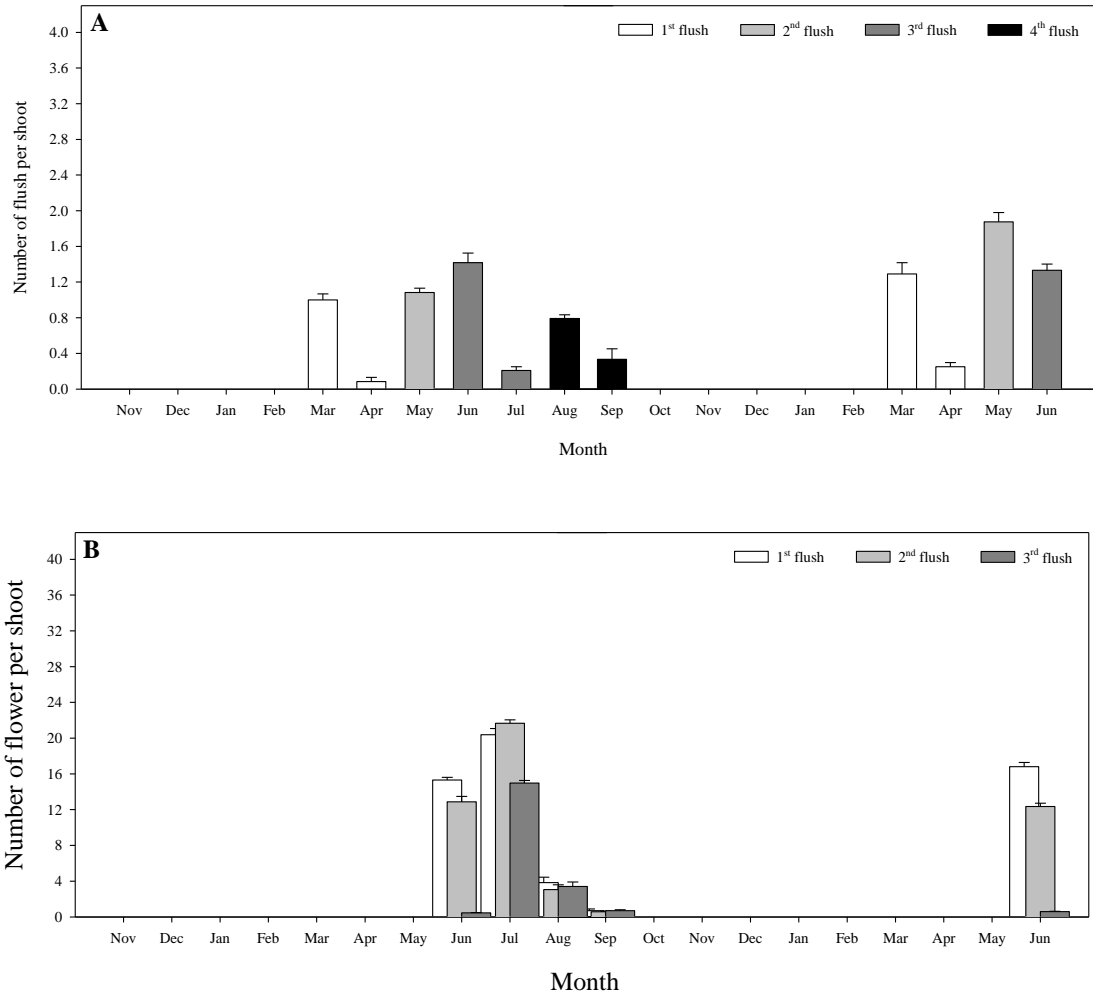
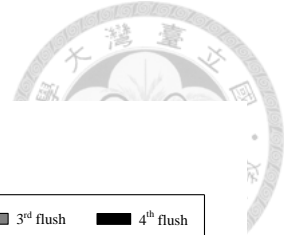


圖 3. 十一月強修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 3. Effect of heavy pruning in November on spouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle.

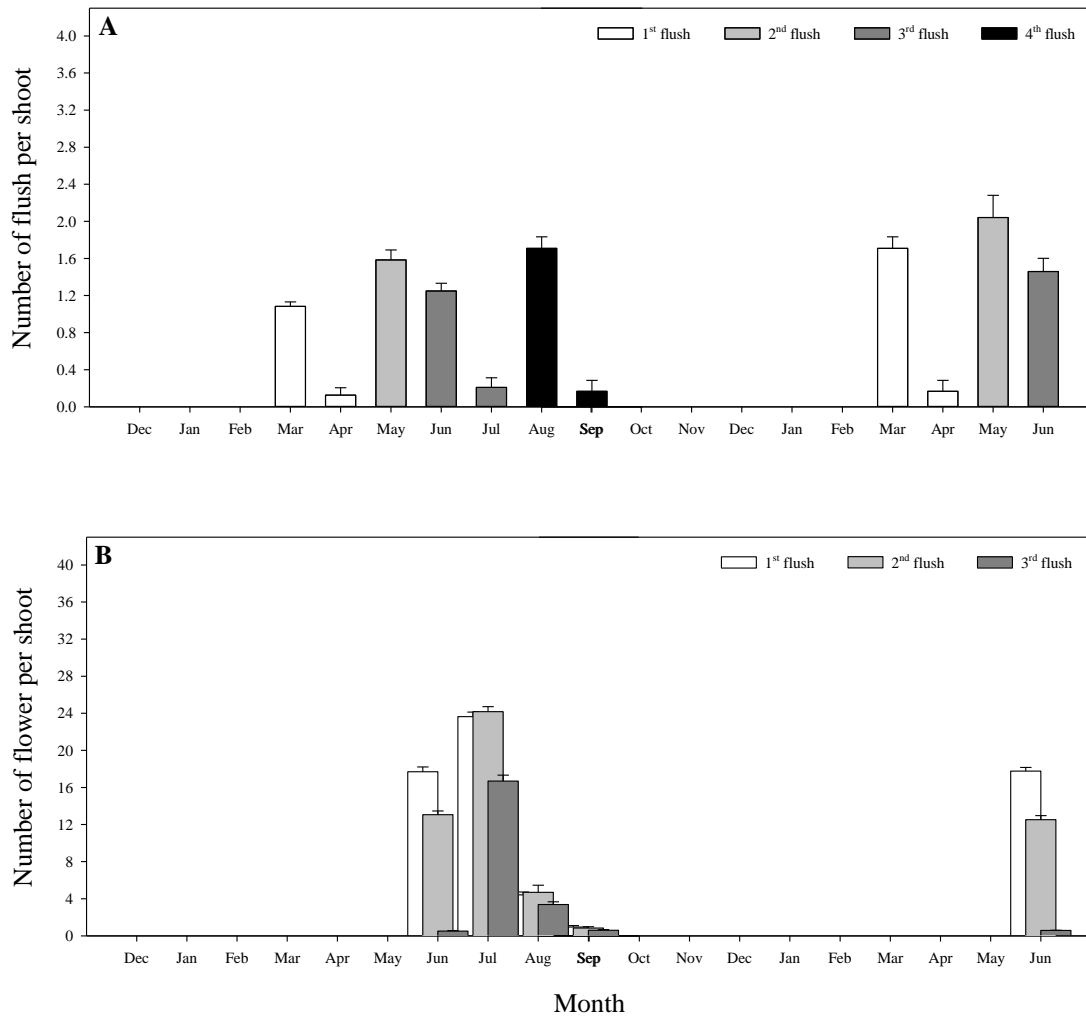


圖 4. 十二月輕修剪對長實金柑抽梢(A)與開花量(B)之影響

Fig. 4. Effects of moderate pruning in December on spouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle.

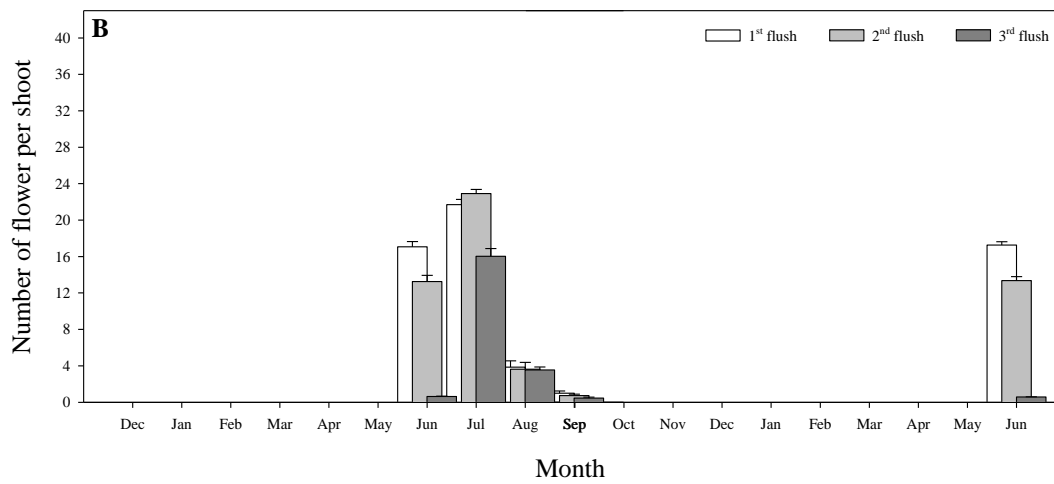
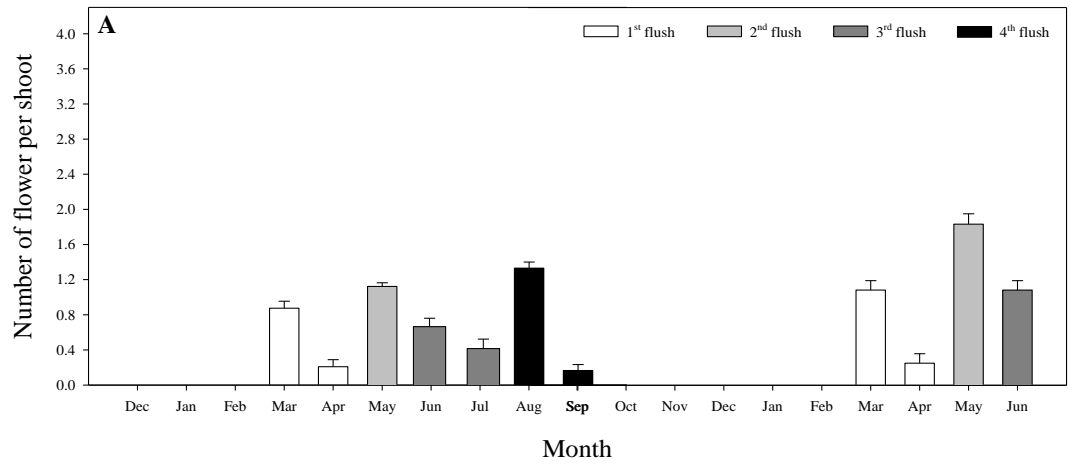
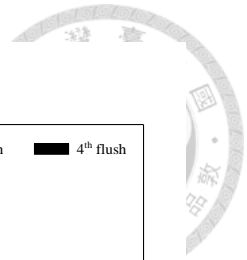


圖 5. 十二月強修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig . 5. Effect of heavy pruning in December on spouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle.

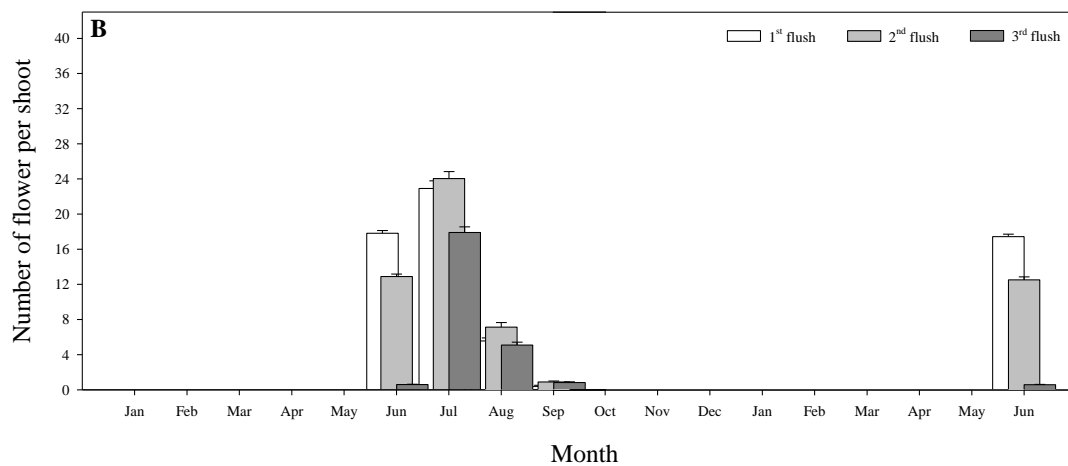
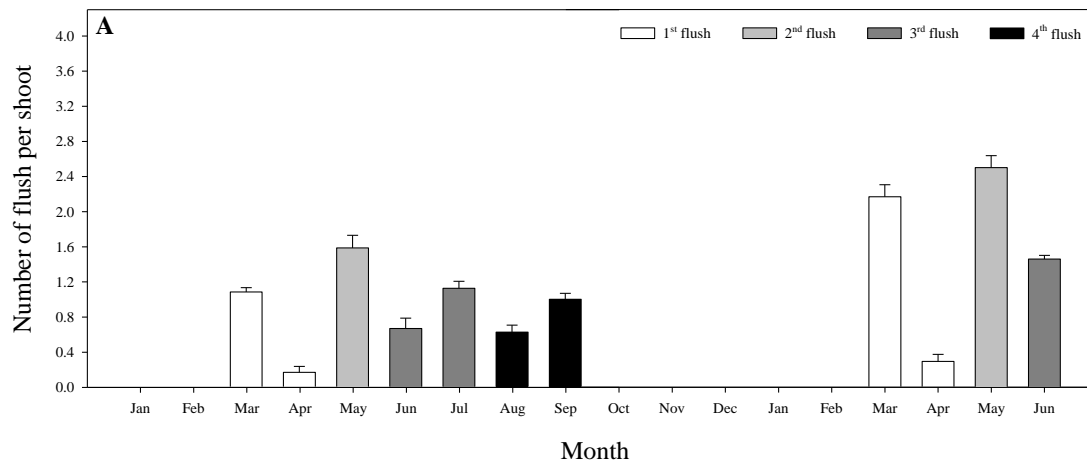


圖 6. 一月輕修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 6. Effects of moderate pruning in January on spouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle.

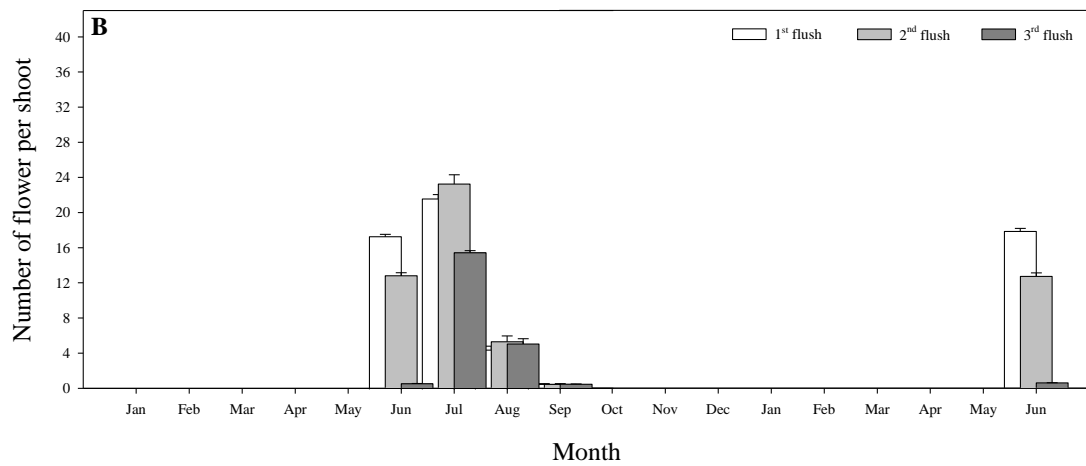
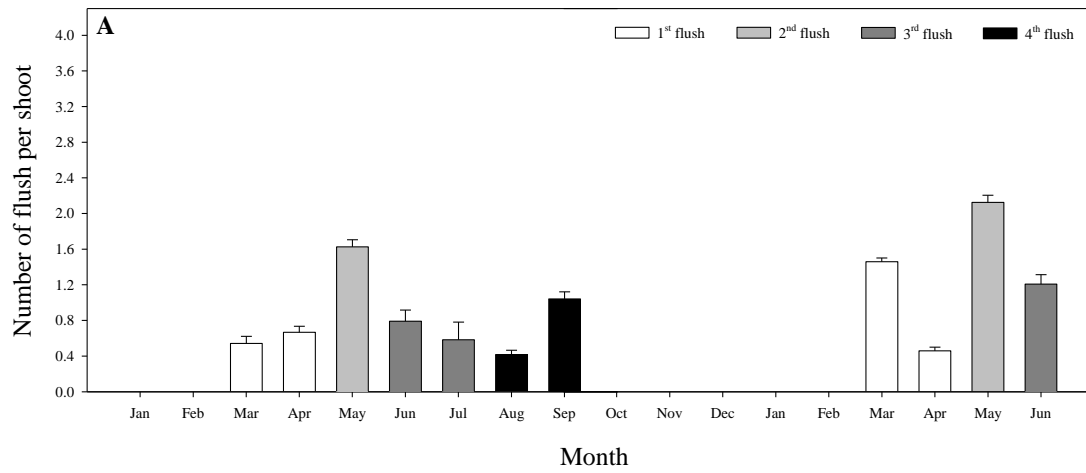


圖 7. 一月強修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 7. Effects of heavy pruning in January on spouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle.

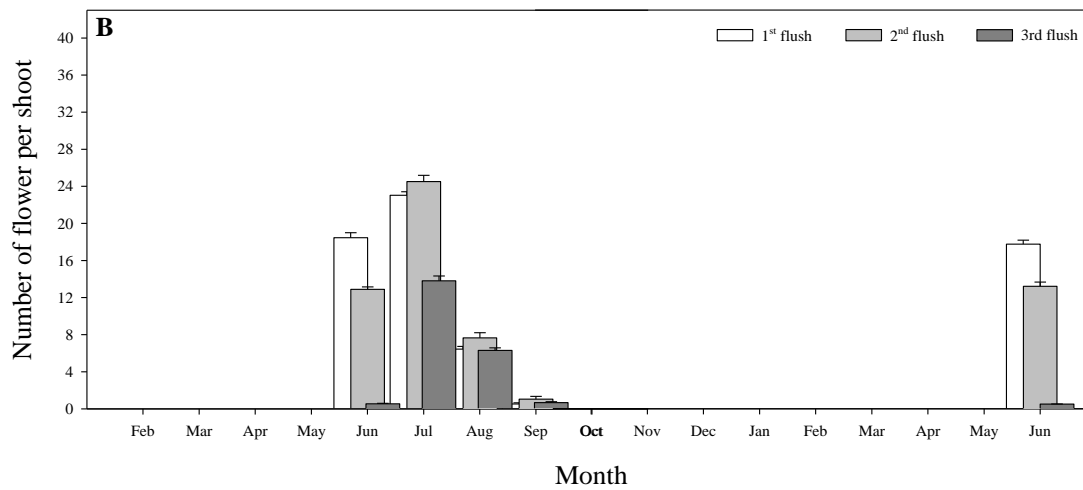
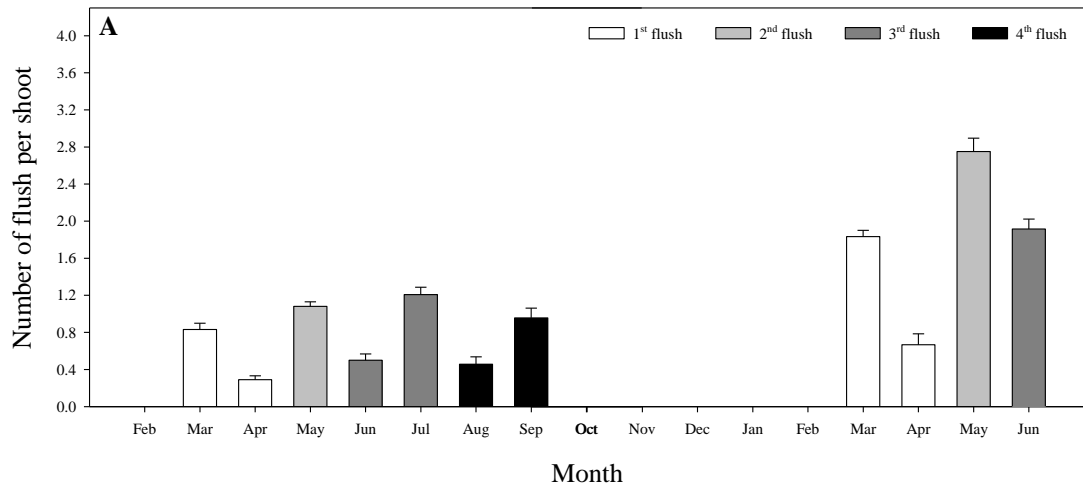


圖 8. 二月輕修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 8. Effects of moderate pruning in Febuary on spouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle.



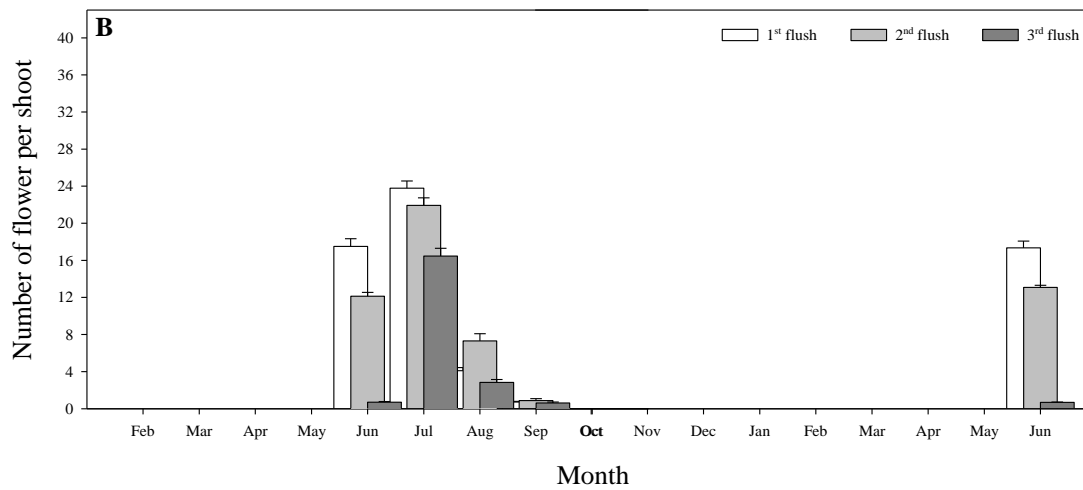
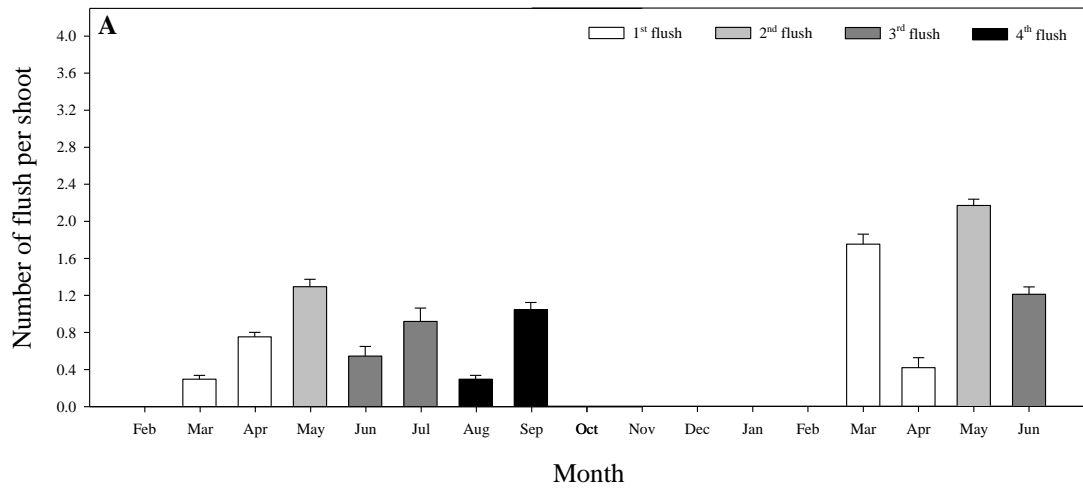
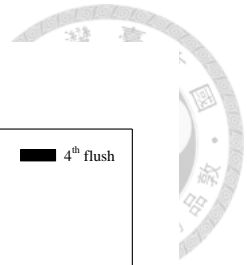


圖 9. 二月強修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 9. Effects of heavy pruning in February on spouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle.

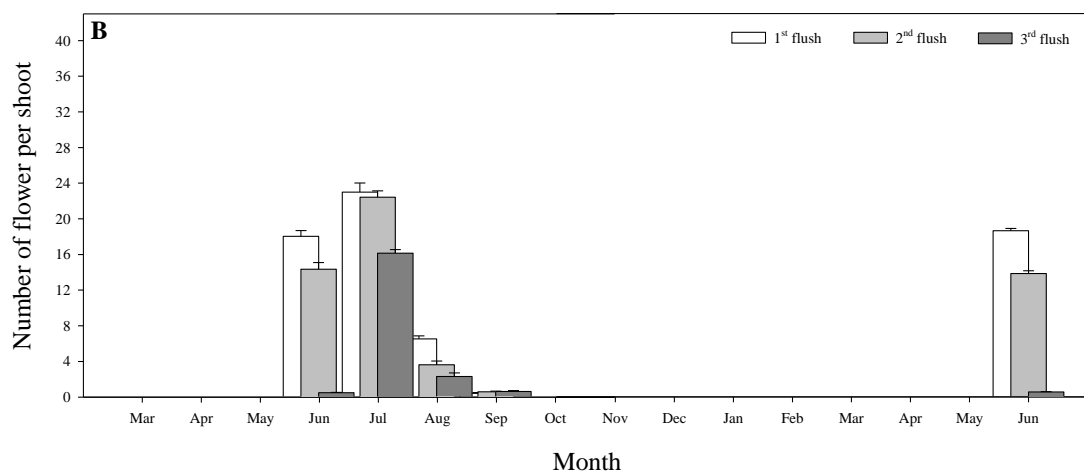
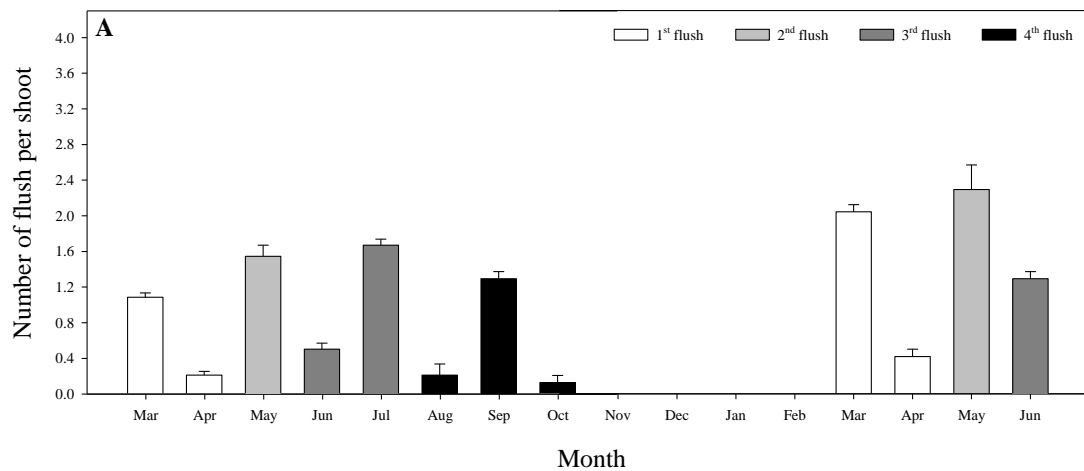


圖 10. 三月輕修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 10. Effects of moderate pruning in March on spouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle.

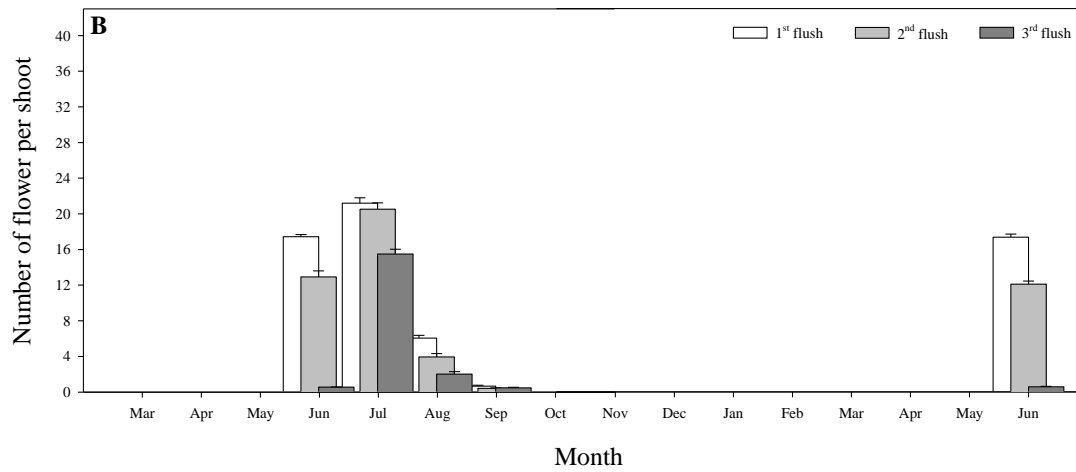
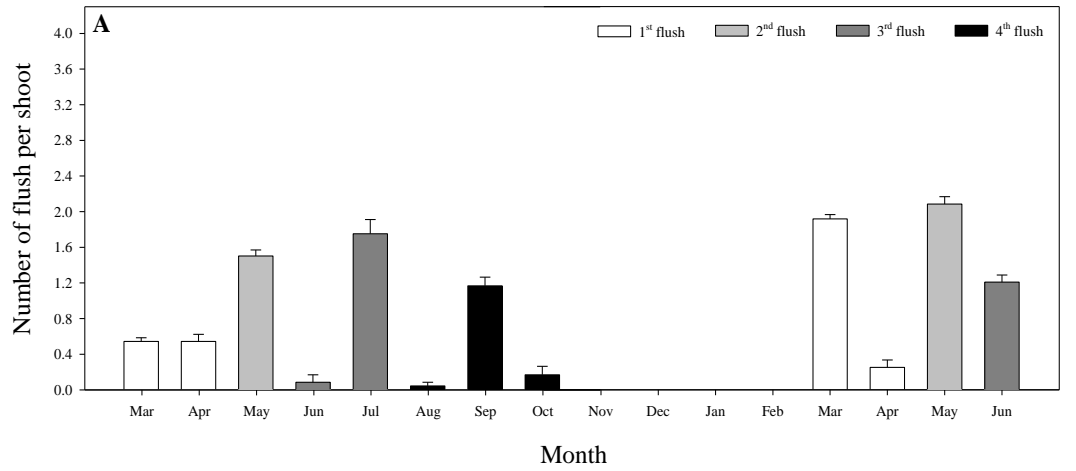
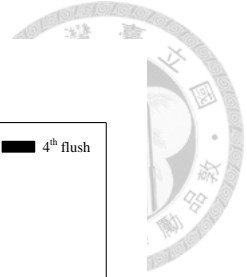


圖 11. 三月強修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 11. Effects of heavy pruning in March on spouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle.

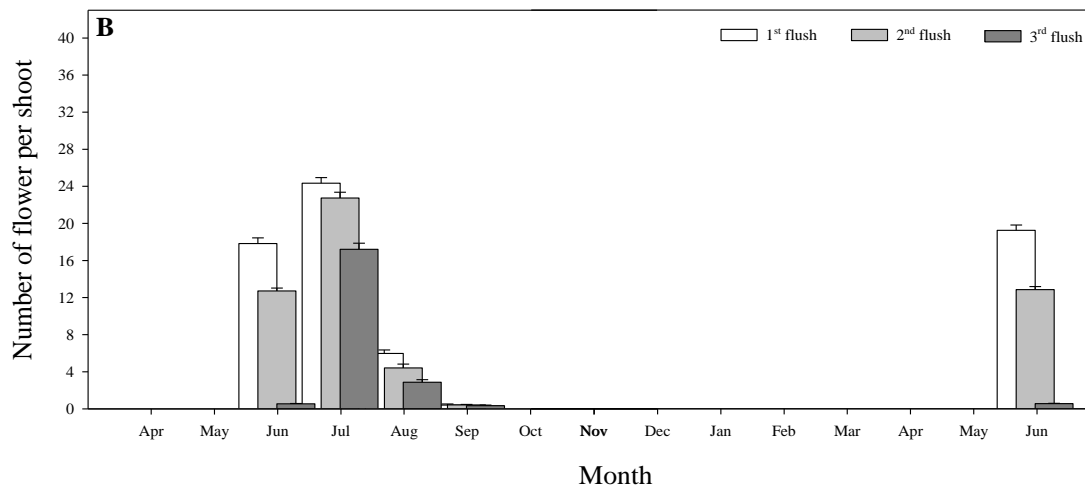
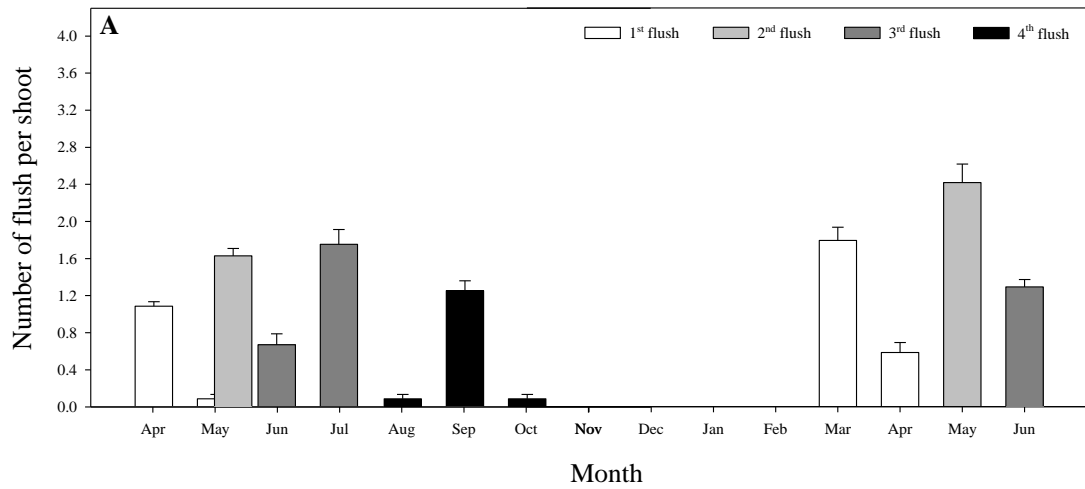
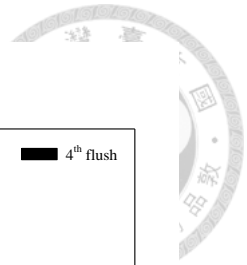


圖 12. 四月輕修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 12. Effects of moderate pruning in April on spouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle.

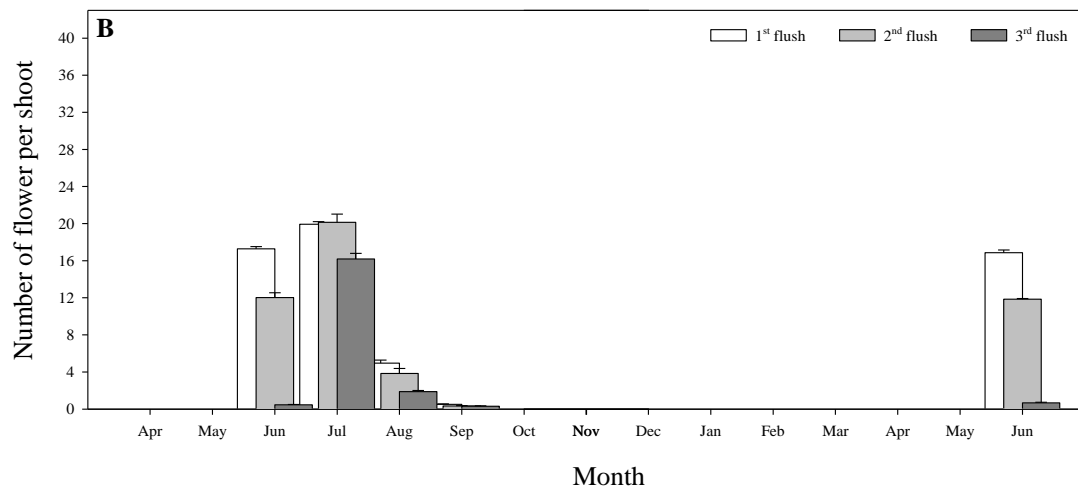
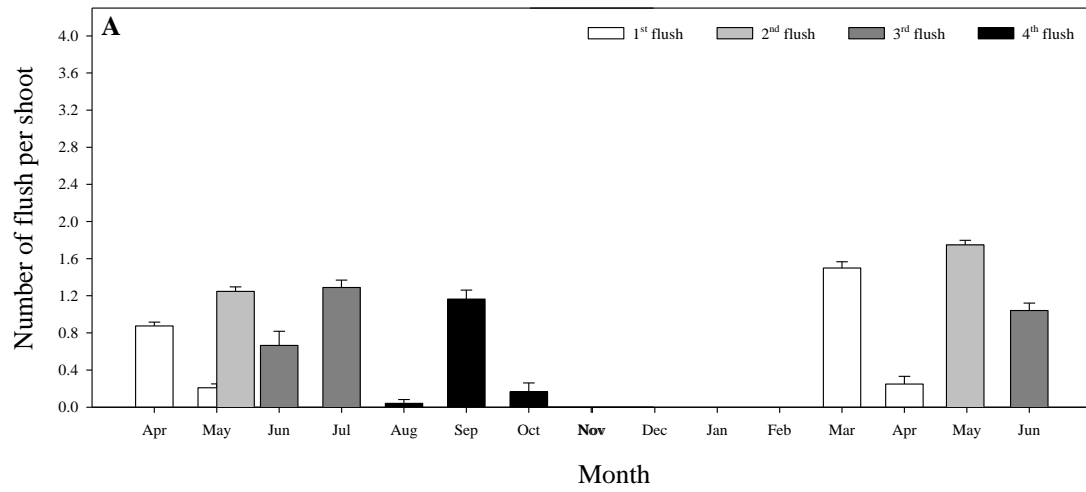
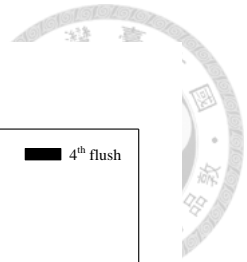


圖 13. 四月強修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 13. Effects of heavy pruning in April on spouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle.

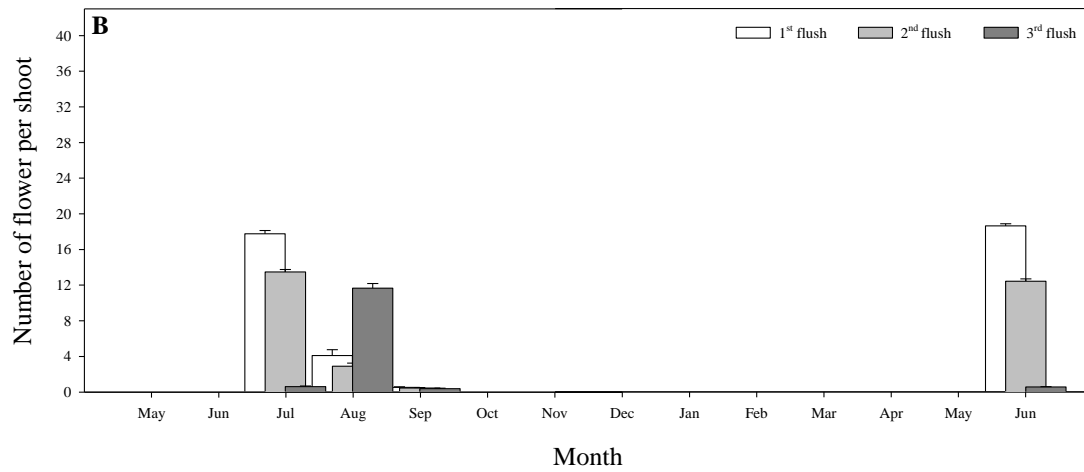
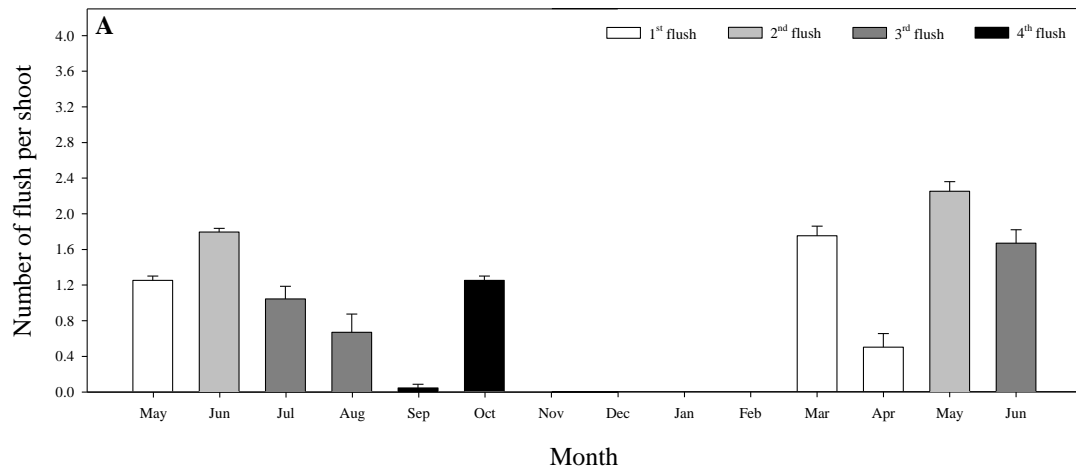


圖 14. 五月輕修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 14. Effects of moderate pruning in May on spouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle.

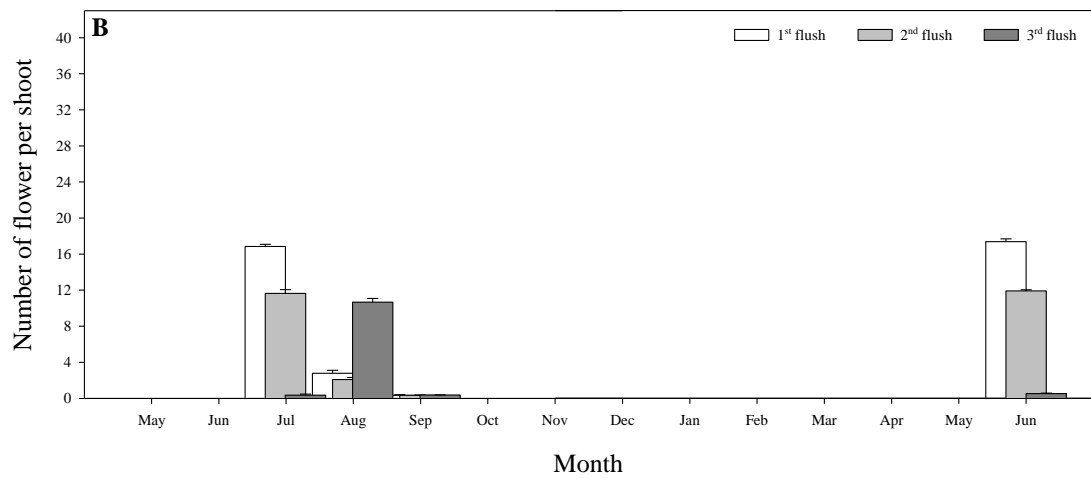
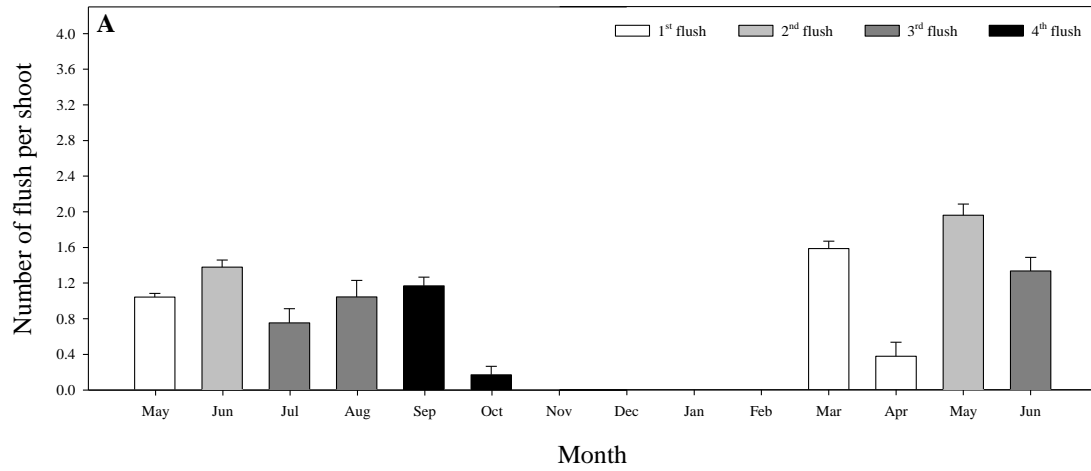
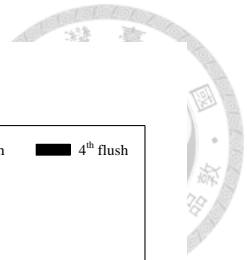


圖 15. 五月強修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 15. Effects of heavy pruning in May on spouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle.

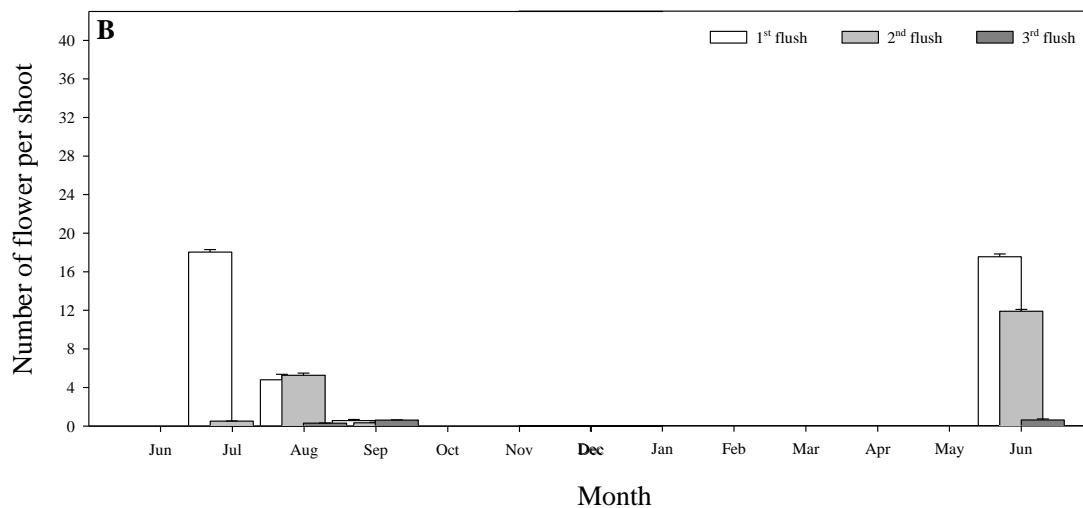
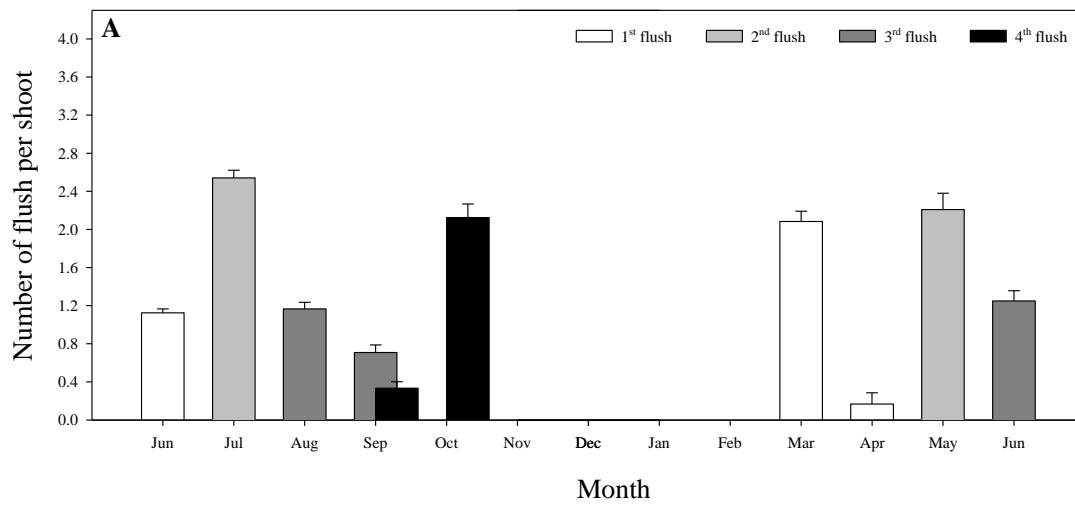


圖 16. 六月輕修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 16. Effects of moderate pruning in June on spouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle



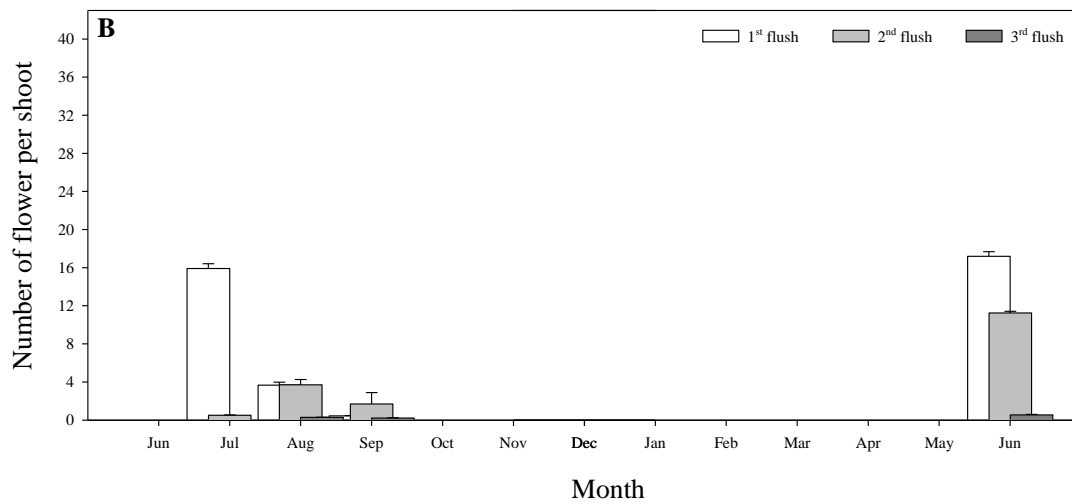
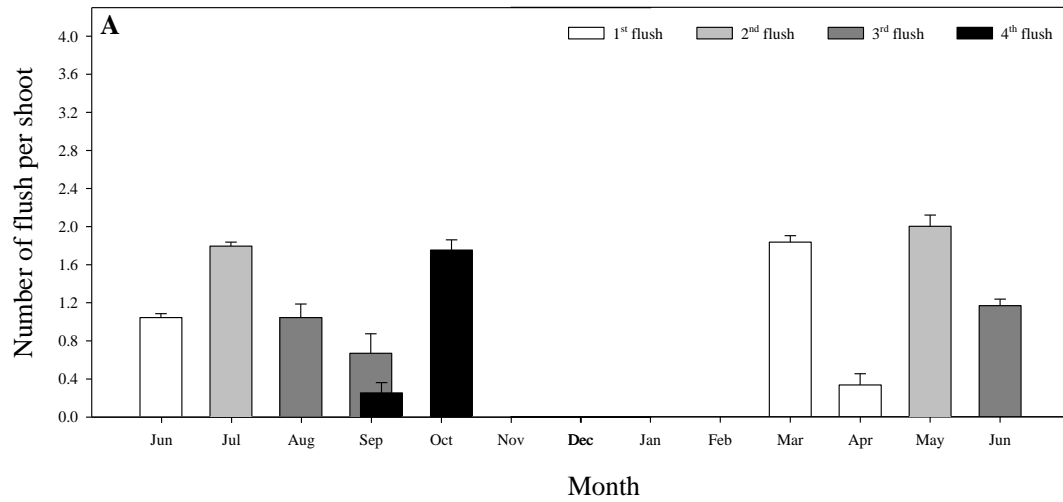
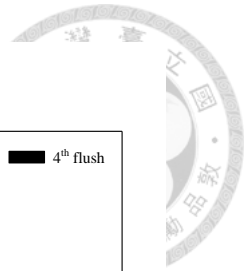


圖 17. 六月強修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 17. Effects of heavy pruning in June on spouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle.

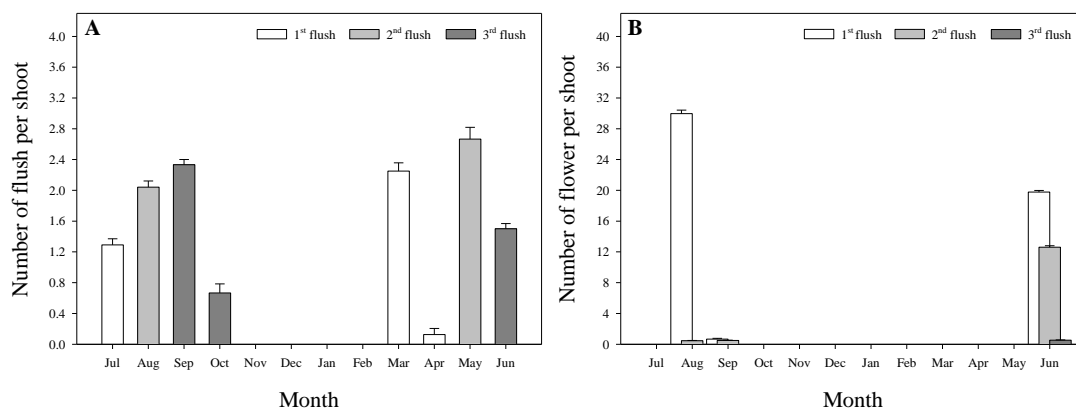


圖 18. 七月輕修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 18. Effects of moderate pruning in July on spouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle.

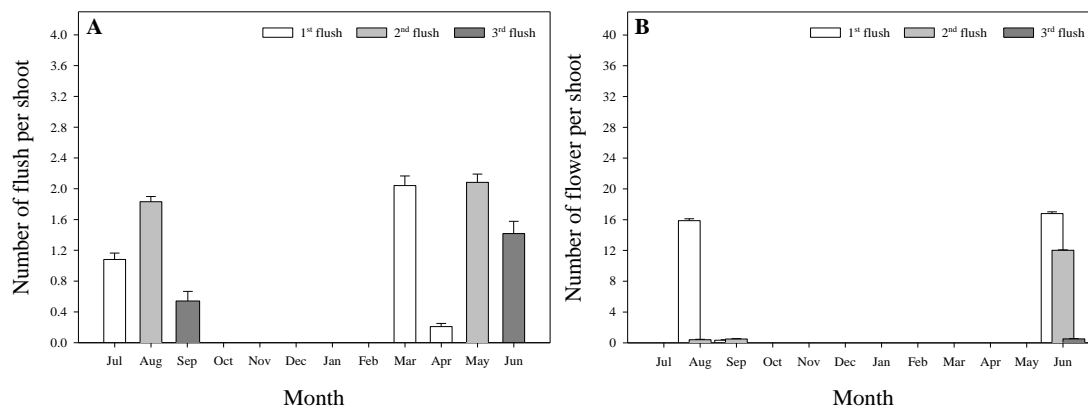


圖 19. 七月強修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 19. Effects of heavy pruning in July on spouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle.

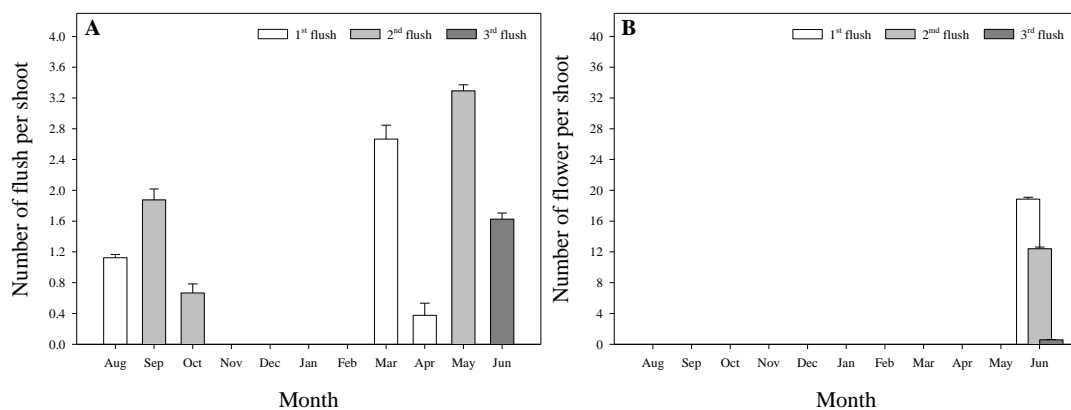


圖 20. 八月輕修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 20. Effects of moderate pruning in August on spouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle.

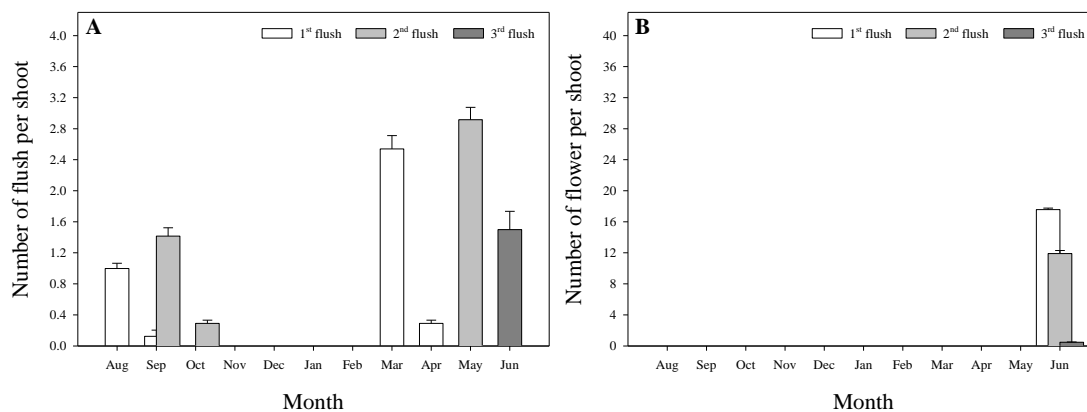


圖 21. 八月強修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 21. Effects of heavy pruning in August on spouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle.

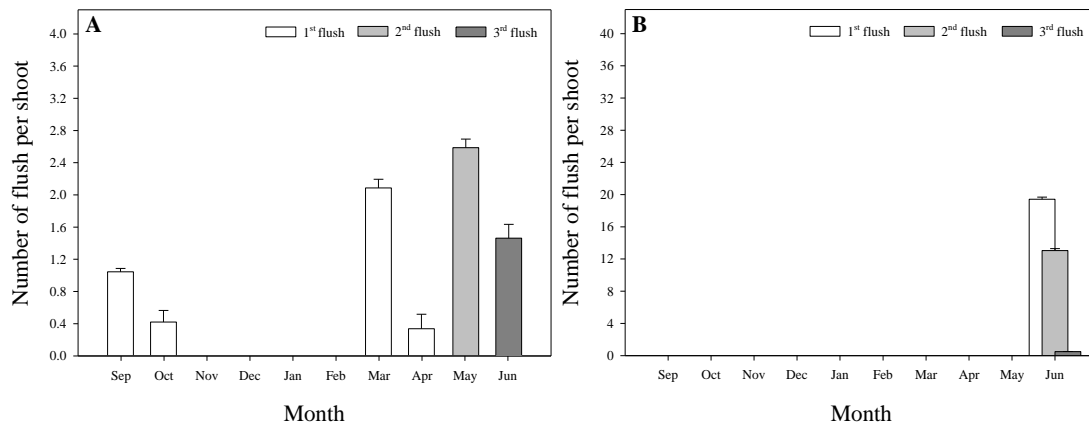


圖 22. 九月輕修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 22. Effects of moderate pruning in September on spouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle.

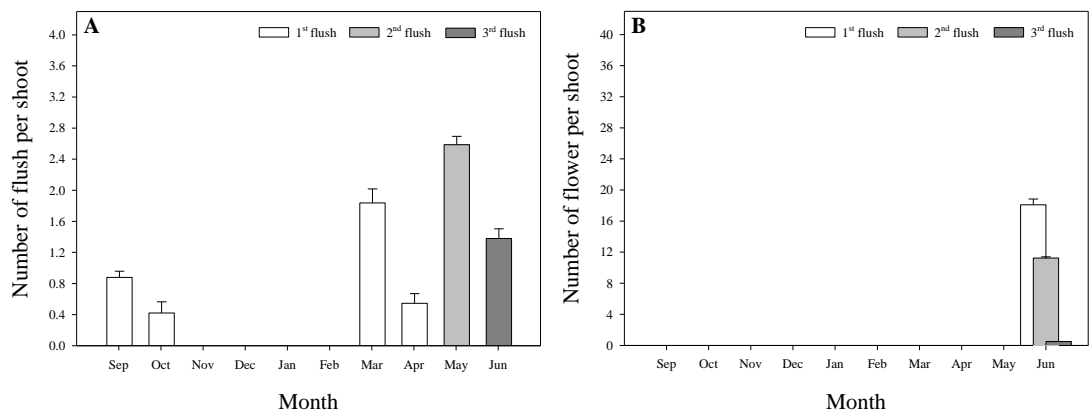


圖 23. 九月強修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 23. Effects of heavy pruning in September on spouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle.

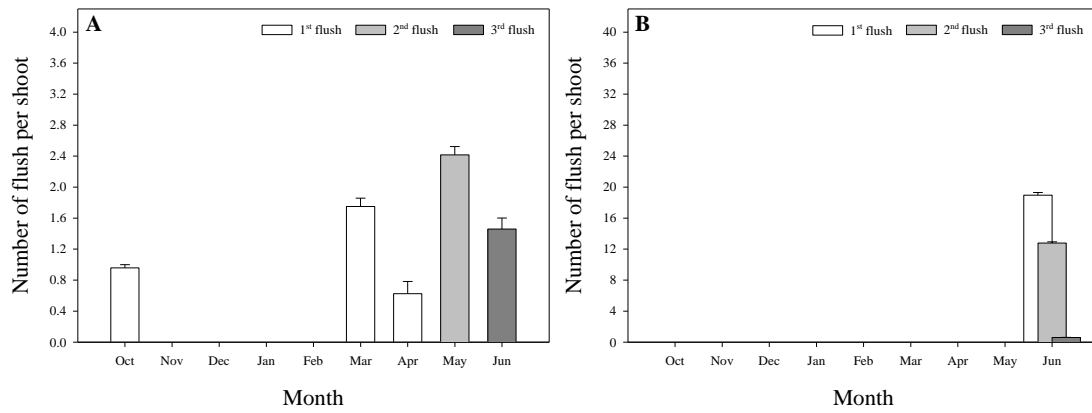
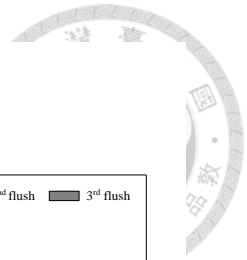


圖 24. 十月輕修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 24. Effects of moderate pruning in October on spouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle.

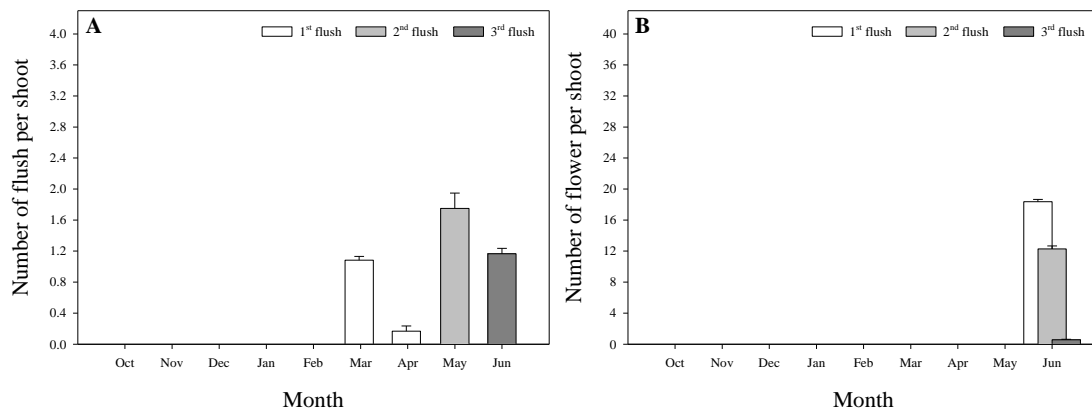


圖 25. 十月強修剪對長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 25. Effects of heavy pruning in October on spouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle.

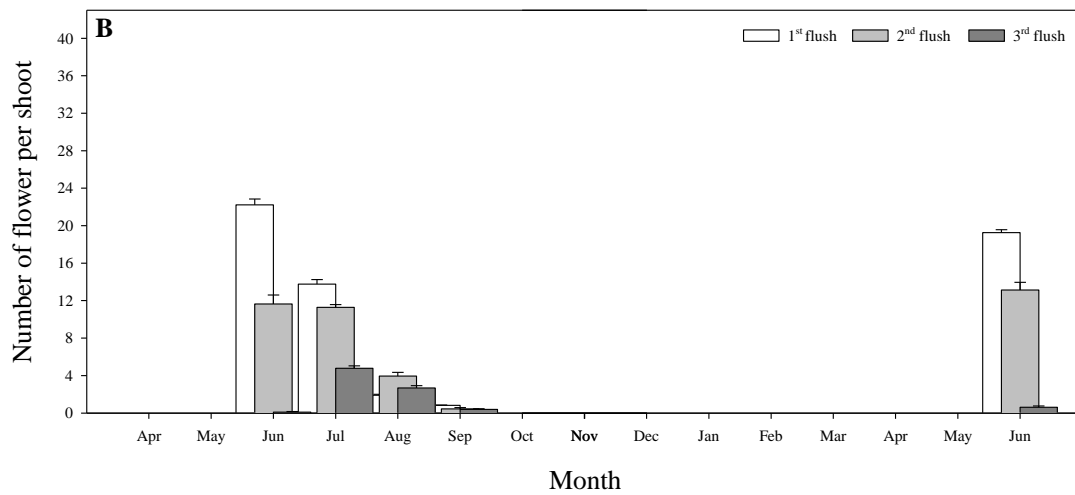
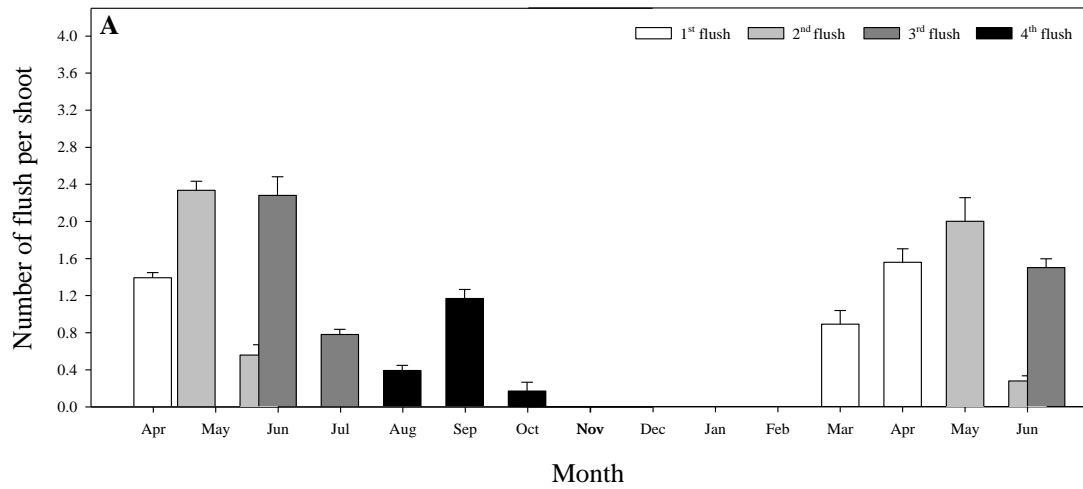
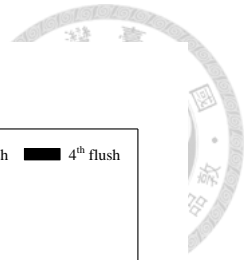


圖 26. 林美地區之長實金柑強修剪之對照組抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 26. The growth effects of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. bud sprouting (A) and anthesis (B) under field condition Lin-Mei area.

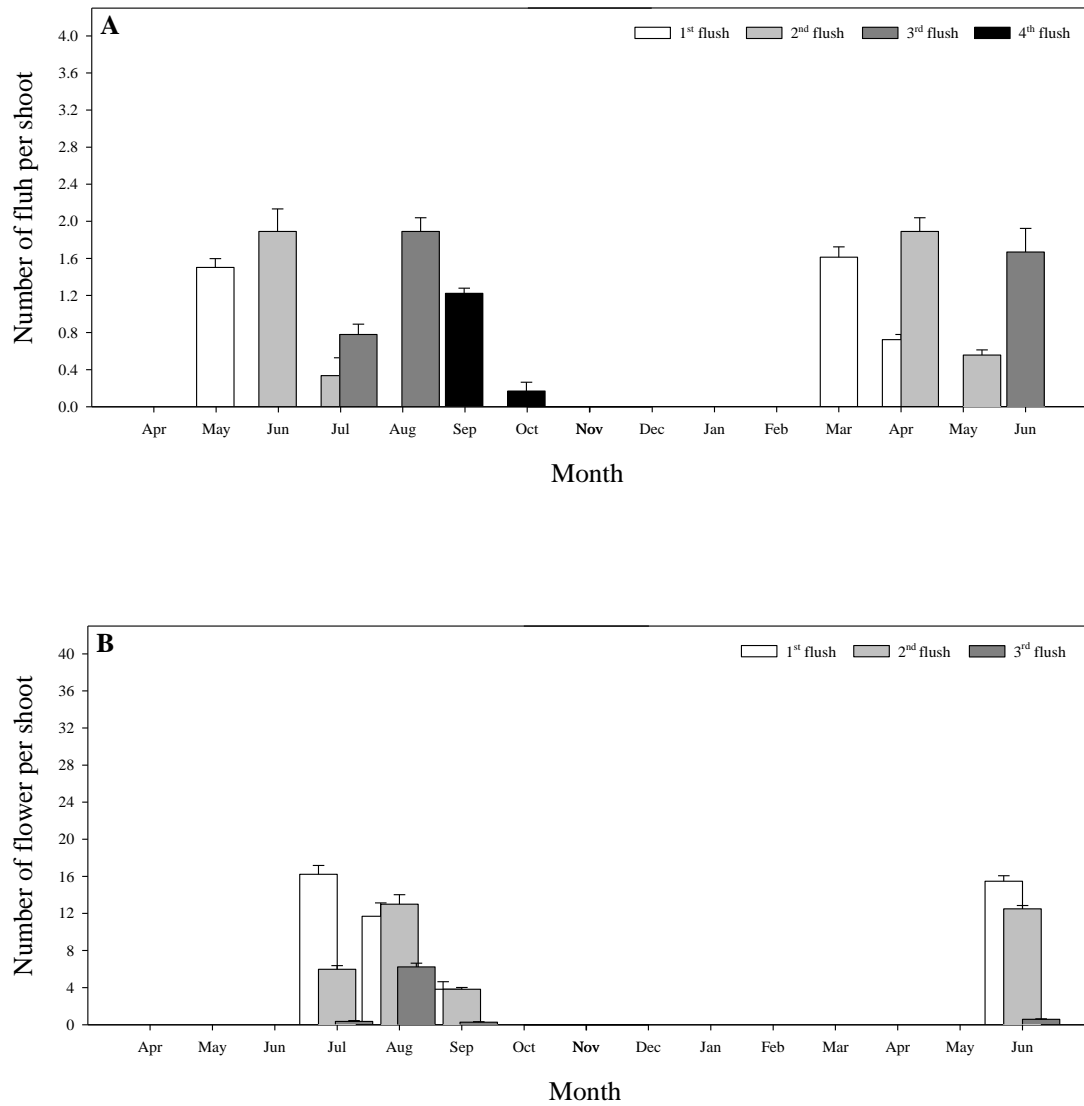
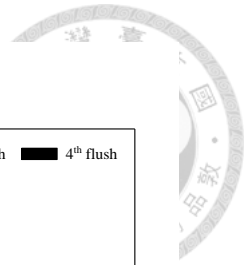


圖 27. 四月強修剪對林美地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 27. Effects of heavy pruning in April on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Lin-Mei area.

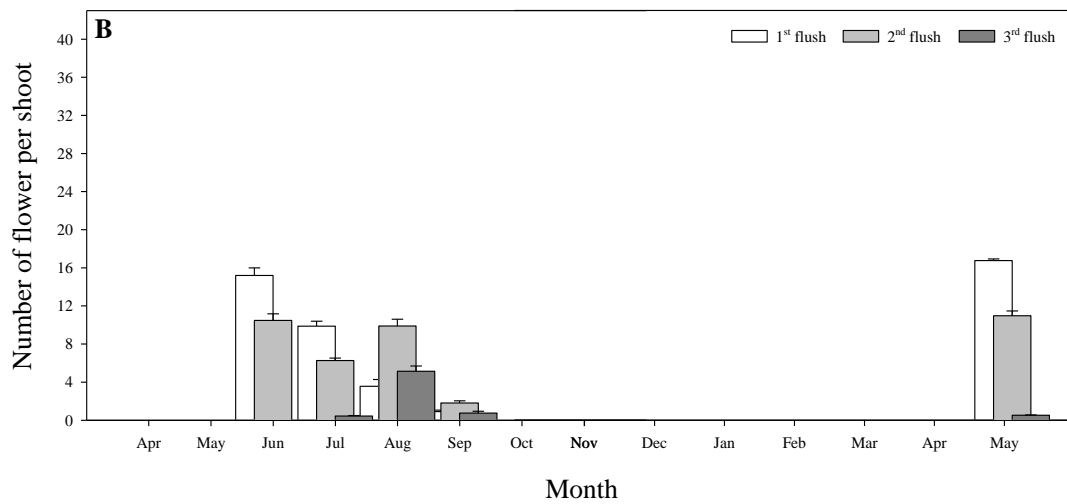
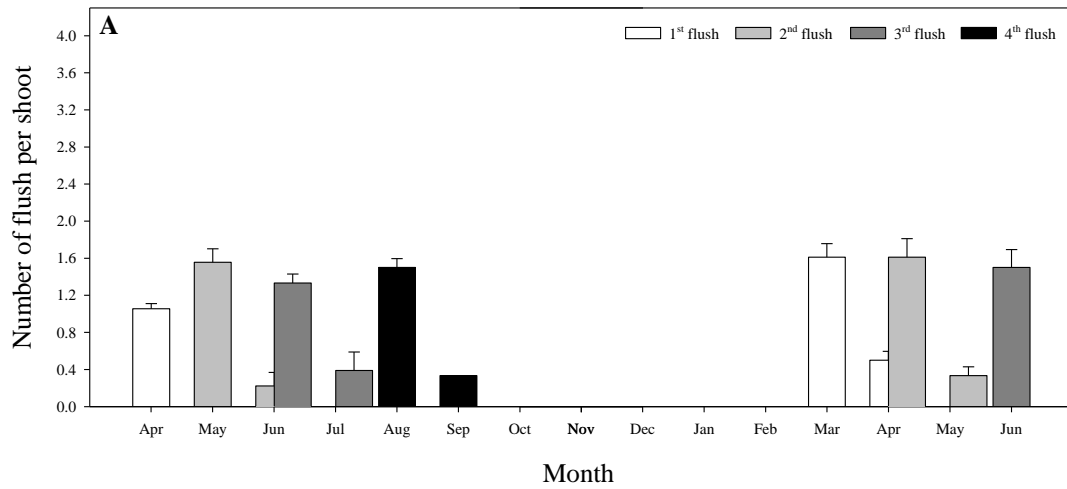
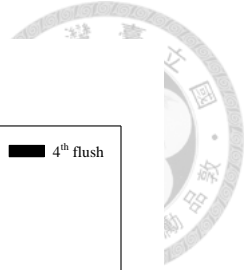


圖 28. 四月強修剪對林美地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 28. Effects of heavy pruning in April of unpruning part of tree crown on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Lin-Mei area.



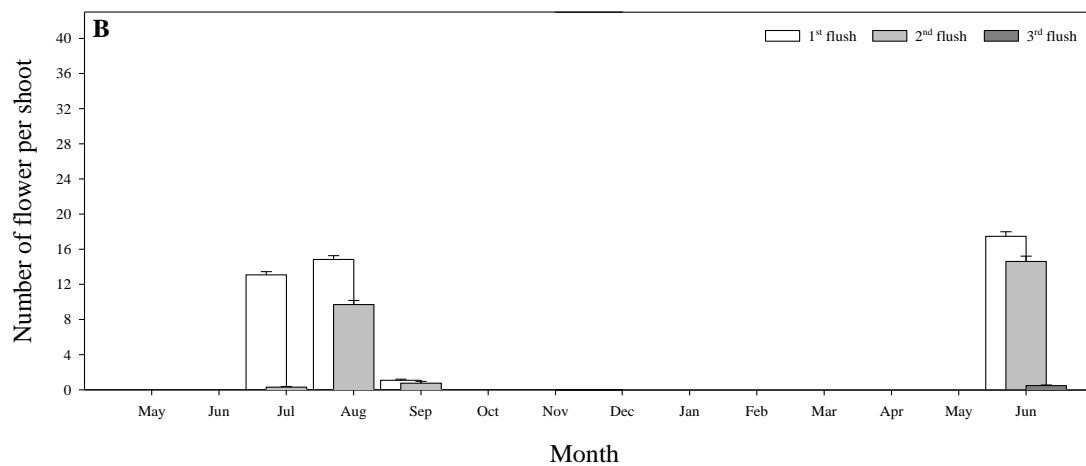
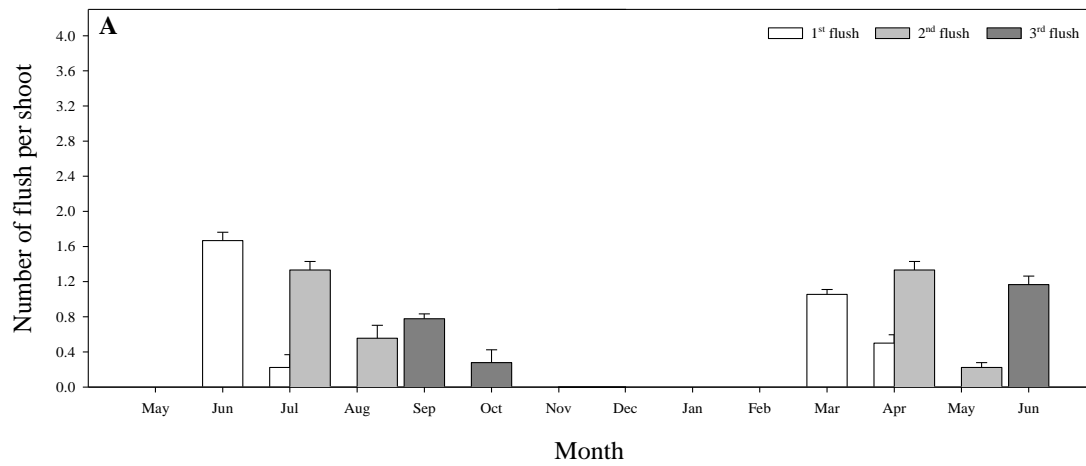


圖 29. 五月強修剪對林美地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 29. Effects of heavy pruning in May on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Lin-Mei area.

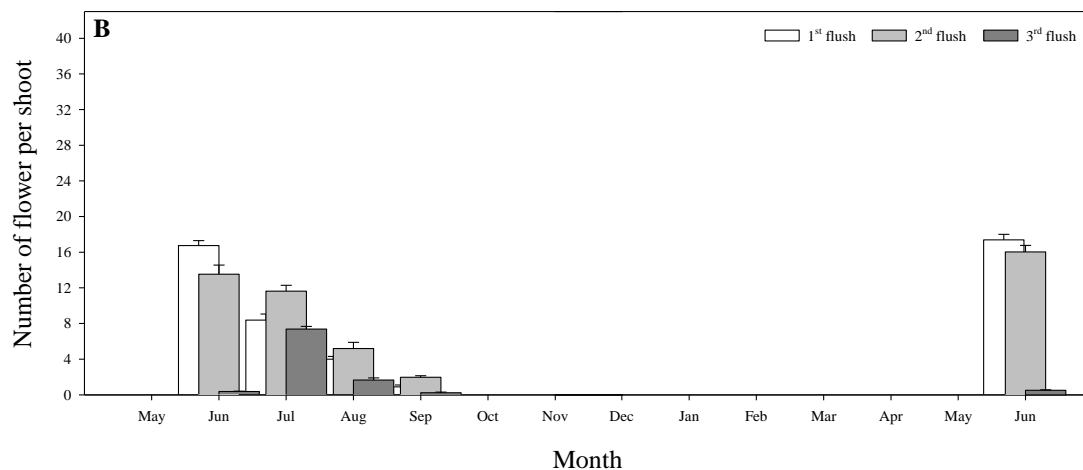
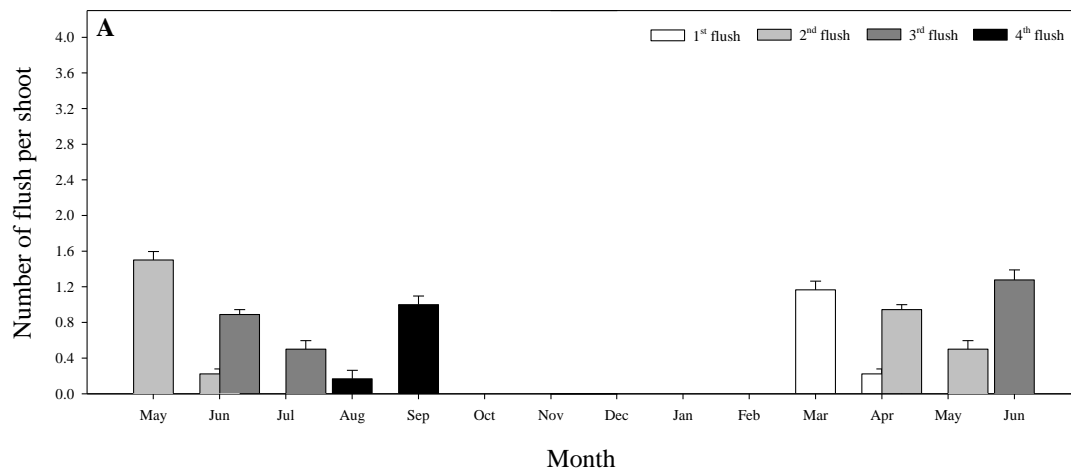


圖 30. 五月強修剪對林美地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 30. Effects of heavy pruning in May of unpruning part of tree crown on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Lin-Mei area.

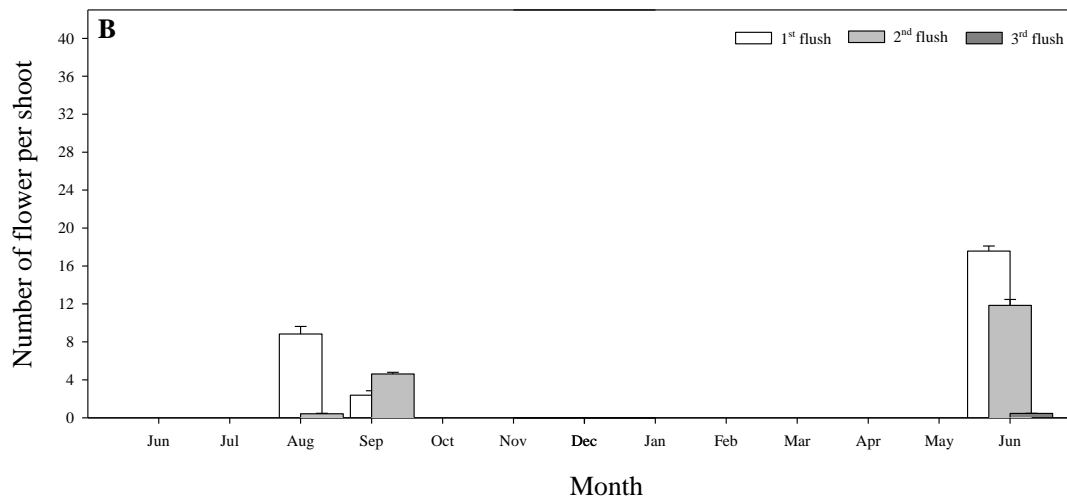
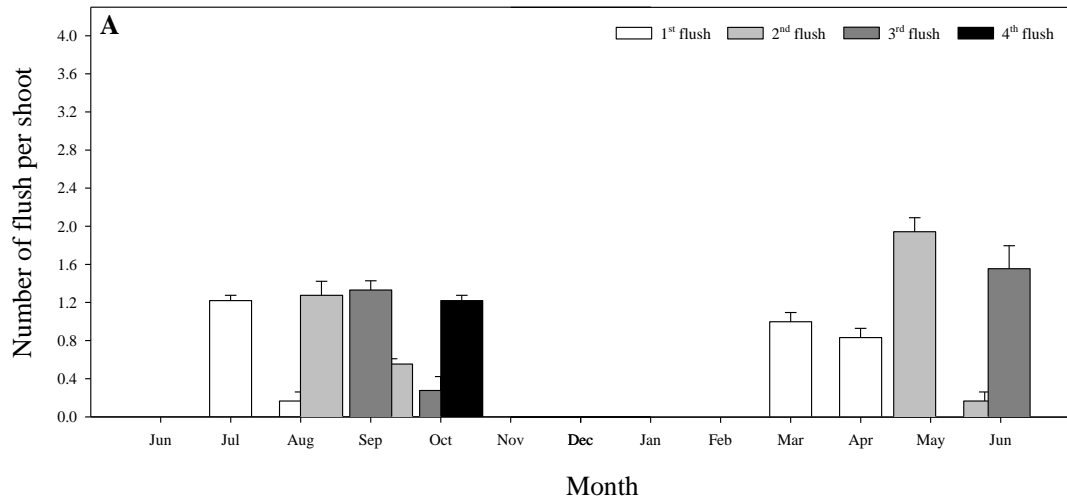
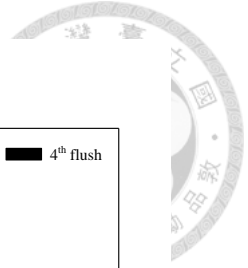


圖 31. 六月強修剪對林美地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 31. Effects of heavy pruning in June on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Lin-Mei area.

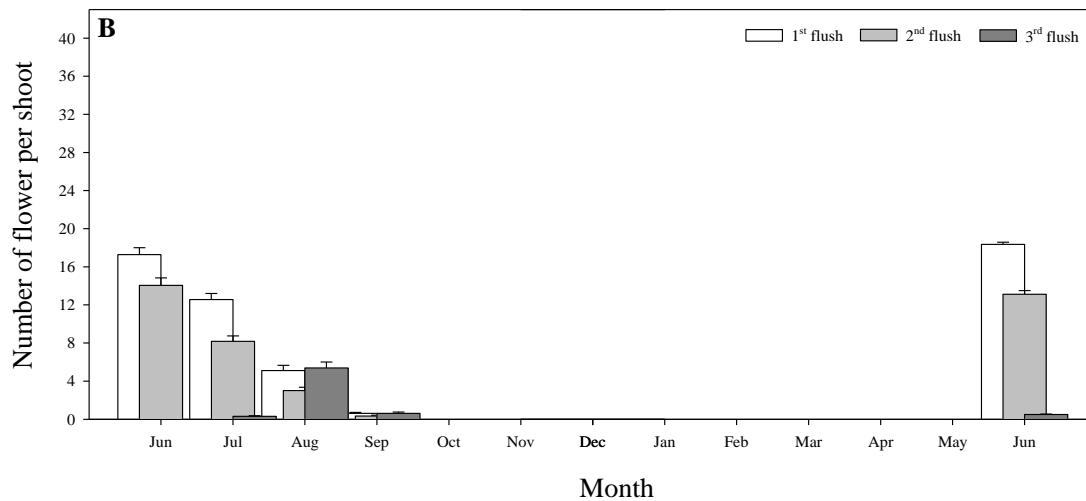
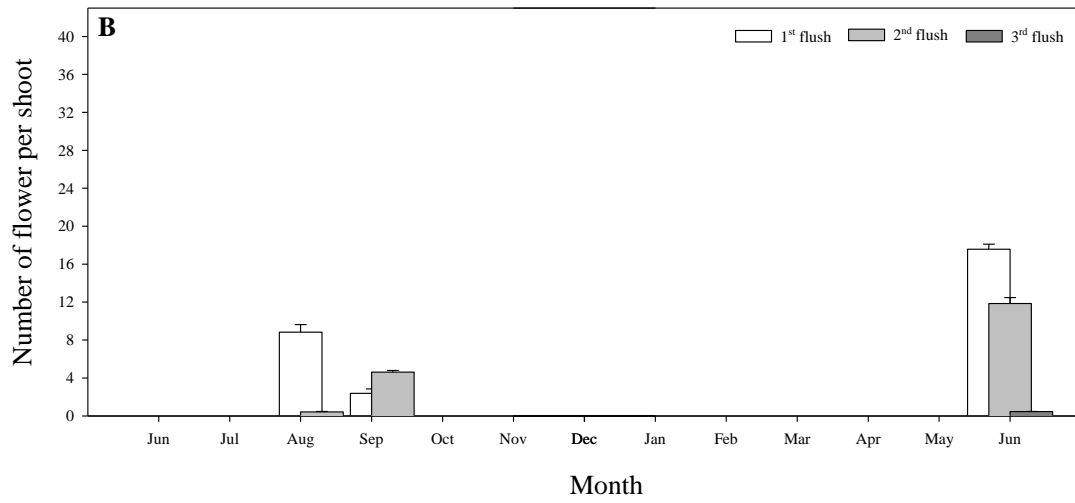
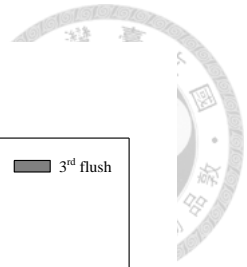


圖 32. 六月強修剪對林美地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響  
 Fig. 32. Effects of heavy pruning in June of unpruning part of tree crown on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Lin-Mei area.

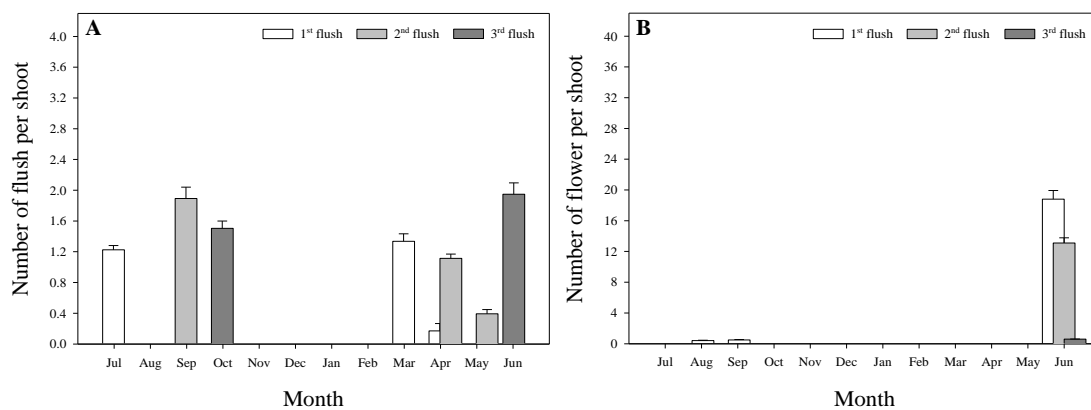


圖 33. 七月強修剪對林美地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 33. Effects of heavy pruning in July on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Lin-Mei area.

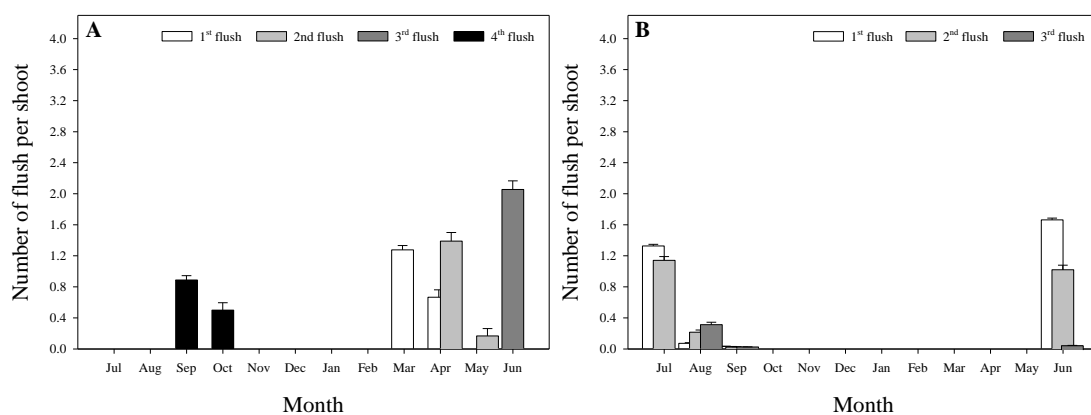


圖 34. 七月強修剪對林美地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 34. Effects of heavy pruning in July of unpruning part of tree crown on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Lin-Mei area.

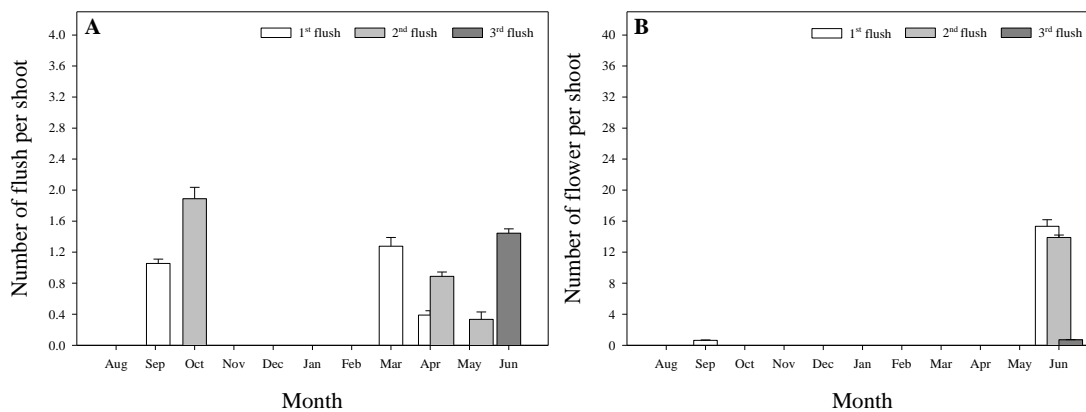


圖 35. 八月強修剪對林美地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響  
 Fig. 35. Effects of heavy pruning in August on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Lin-Mei area.

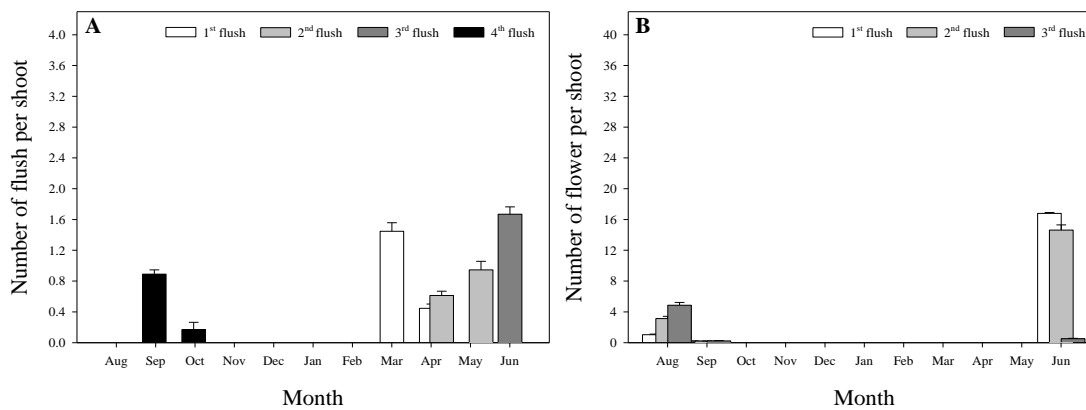


圖 36. 八月重修剪對林美地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響  
 Fig. 36. Effects of heavy pruning in August of unpruning part of tree crown on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Lin-Mei area.

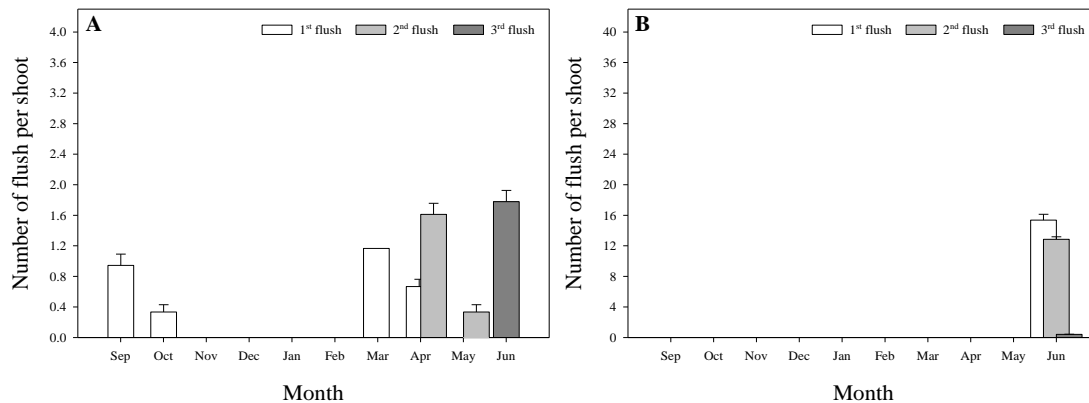


圖 37. 九月強修剪對林美地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 37. Effects of heavy pruning in September on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Lin-Mei area.

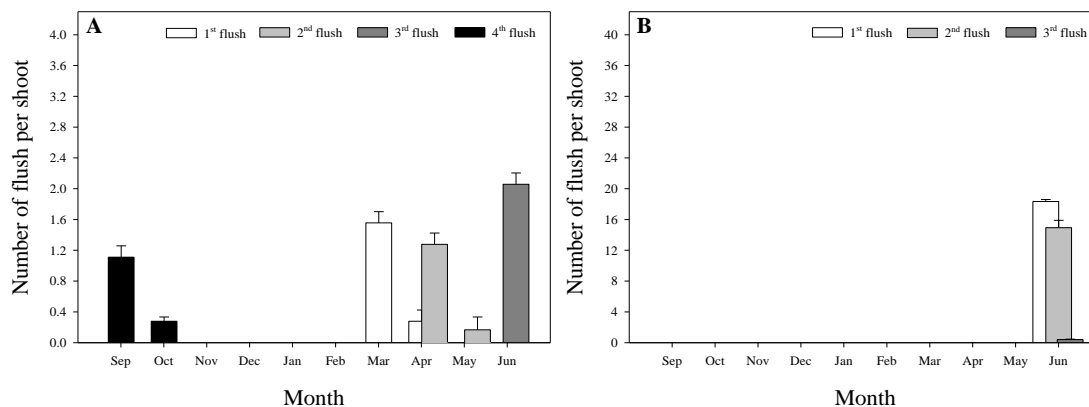


圖 38. 九月強修剪對林美地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 38. Effects of heavy pruning in September of unpruning part of tree crown on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Lin-Mei area.

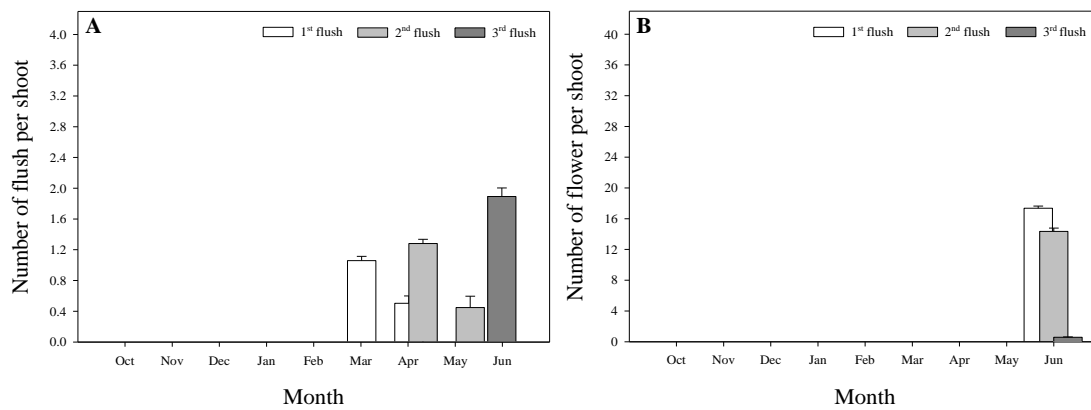


圖 39. 十月強修剪對林美地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 39. Effects of heavy pruning in October on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Lin-Mei area.

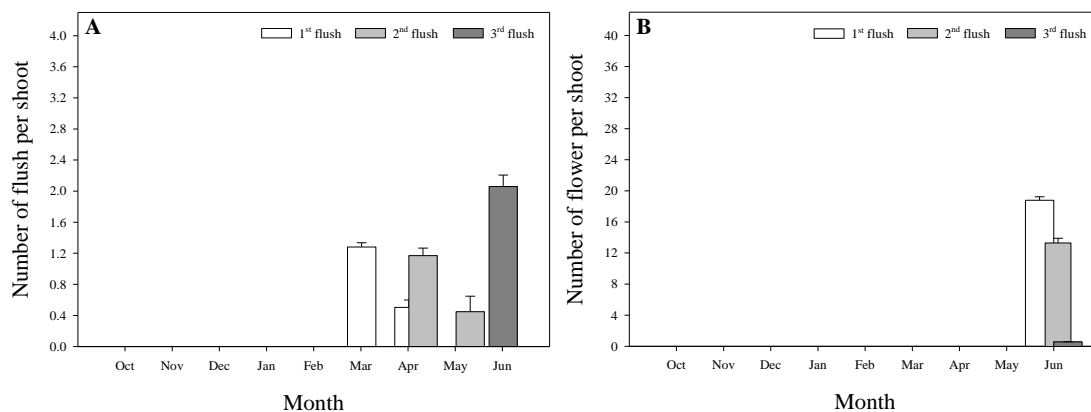


圖 40. 十月強修剪對林美地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 40. Effects of heavy pruning in October of unpruning part of tree crown on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Lin-Mei area.



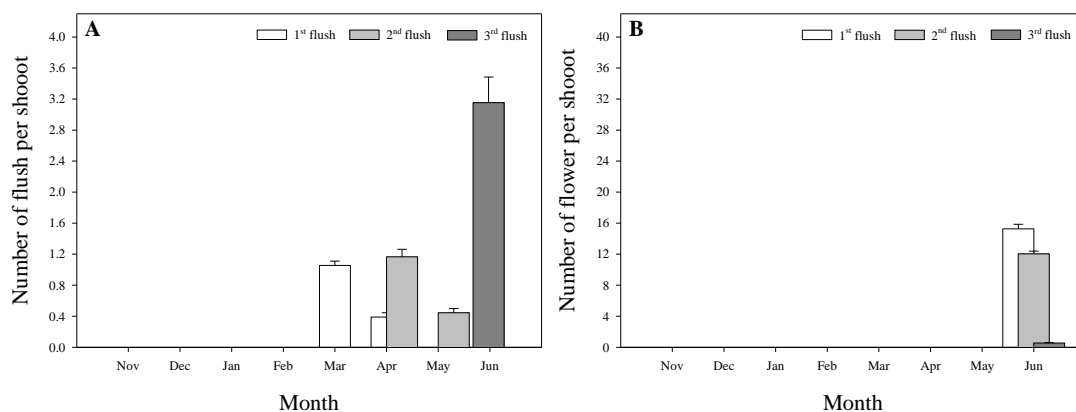


圖 41. 十一月強修剪對林美地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 41. Effects of heavy pruning in November on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Lin-Mei area.

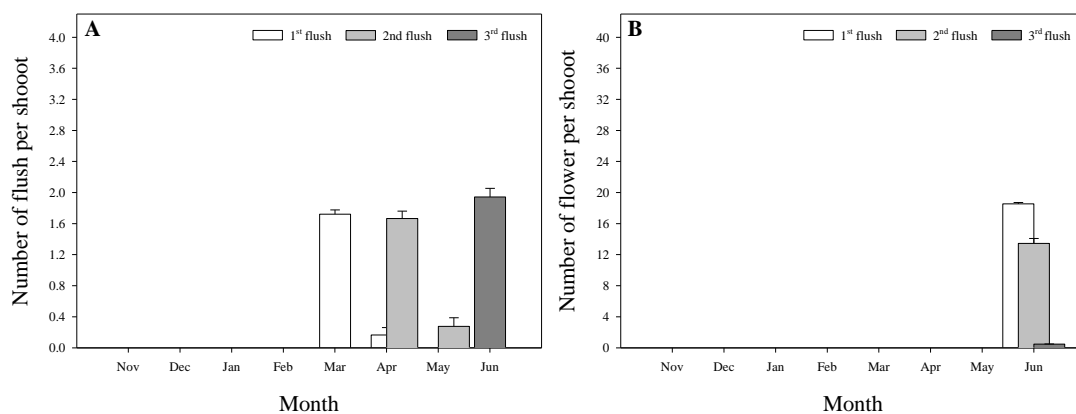


圖 42. 十一月強修剪對林美地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 42. Effects of heavy pruning in November of unpruning part of tree crown on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Lin-Mei area.

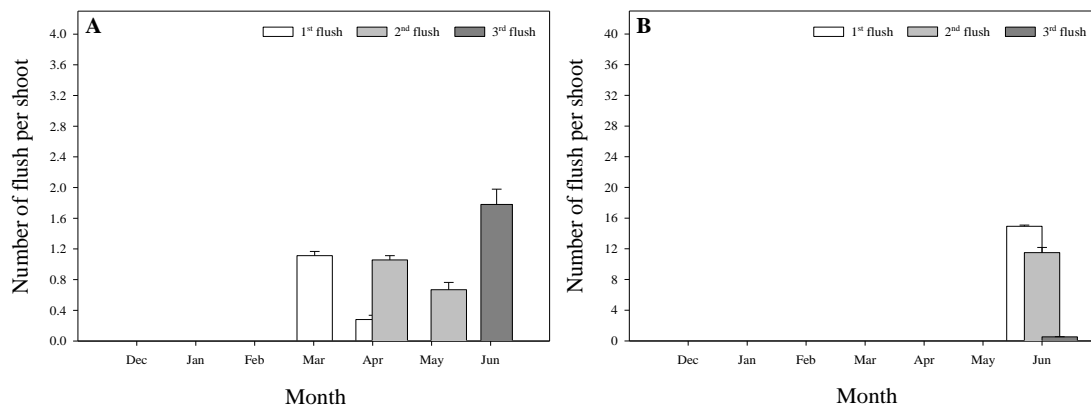


圖 43. 十二月強修剪對林美地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 44. Effects of heavy pruning in December on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Lin-Mei area.

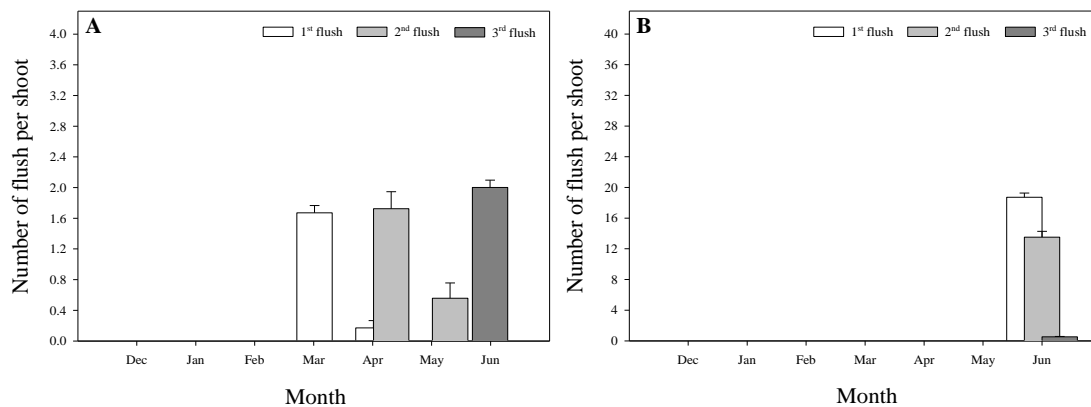


圖 44. 十二月強修剪對林美地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 44. Effects of heavy pruning in December of unpruning part of tree crown on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Lin-Mei area.

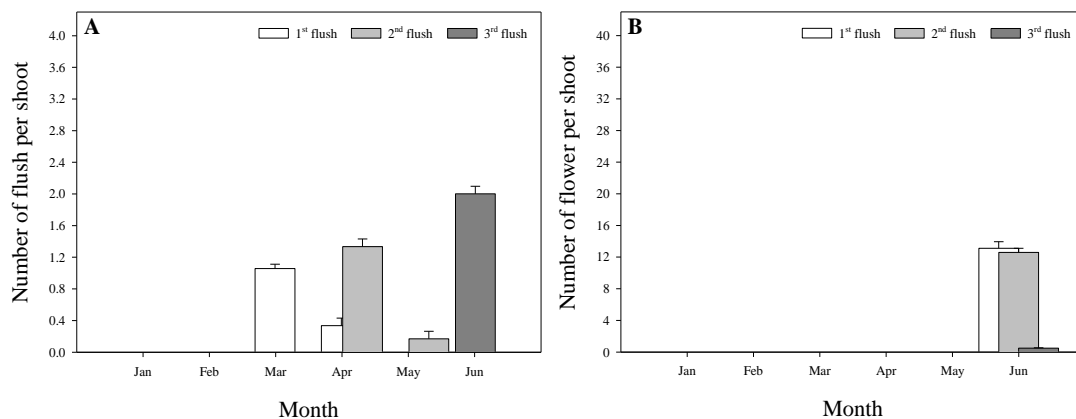


圖 45. 一月強修剪對林美地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 45. Effects of heavy pruning in January on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Lin-Mei area.

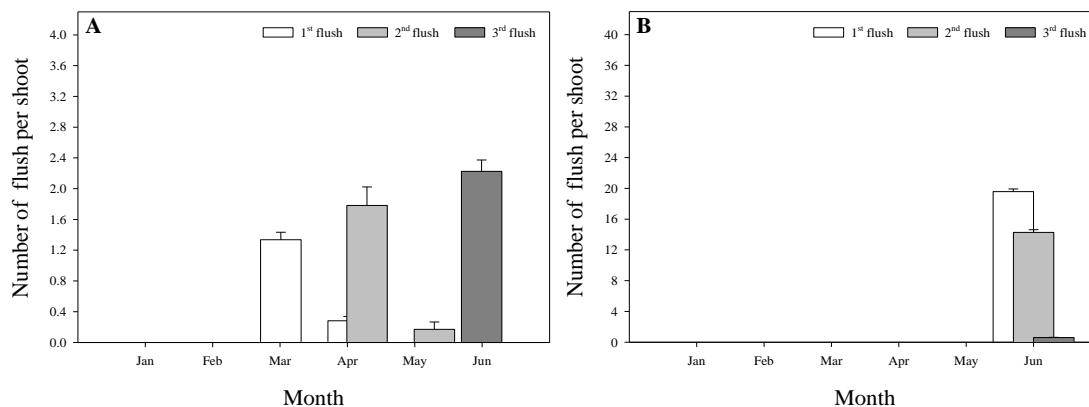


圖 46. 一月強修剪對林美地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 46. Effects of heavy pruning in January of unpruning part of tree crown on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Lin-Mei area.

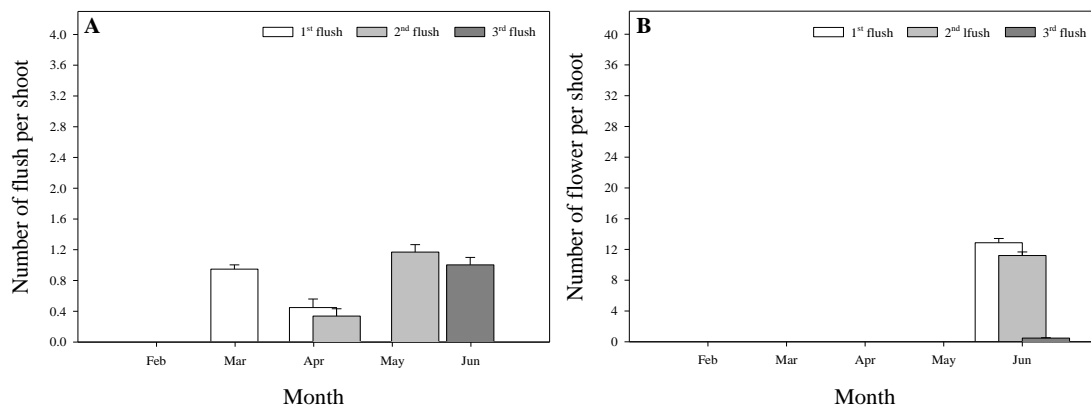


圖 47. 二月強修剪對林美地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 47. Effects of heavy pruning in February on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Lin-Mei area.

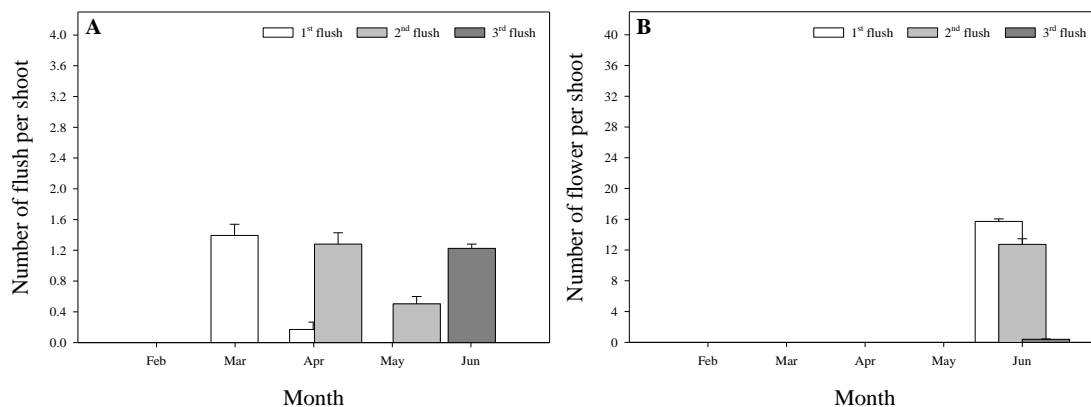


圖 48. 二月強修剪對林美地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 48. Effects of heavy pruning in February of unpruning part of tree crown on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Lin-Mei area

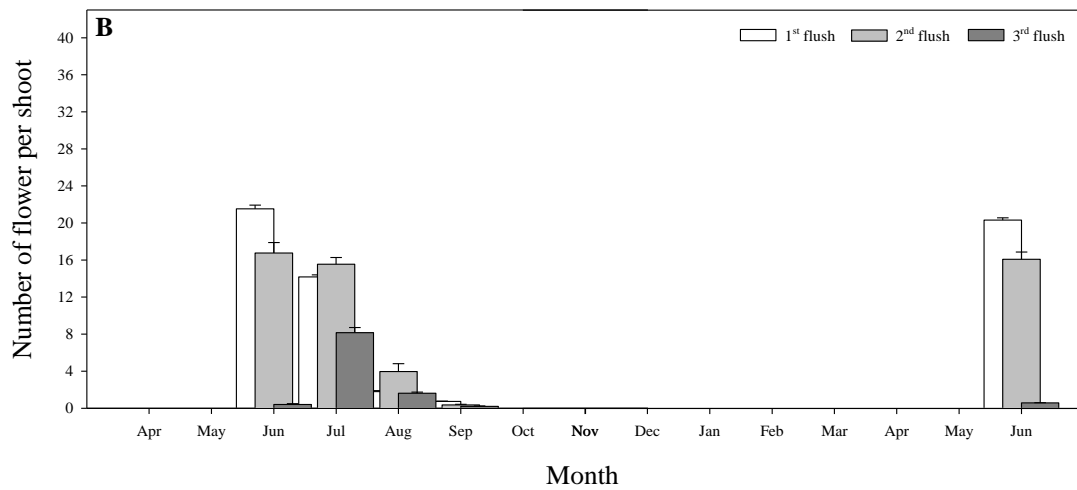
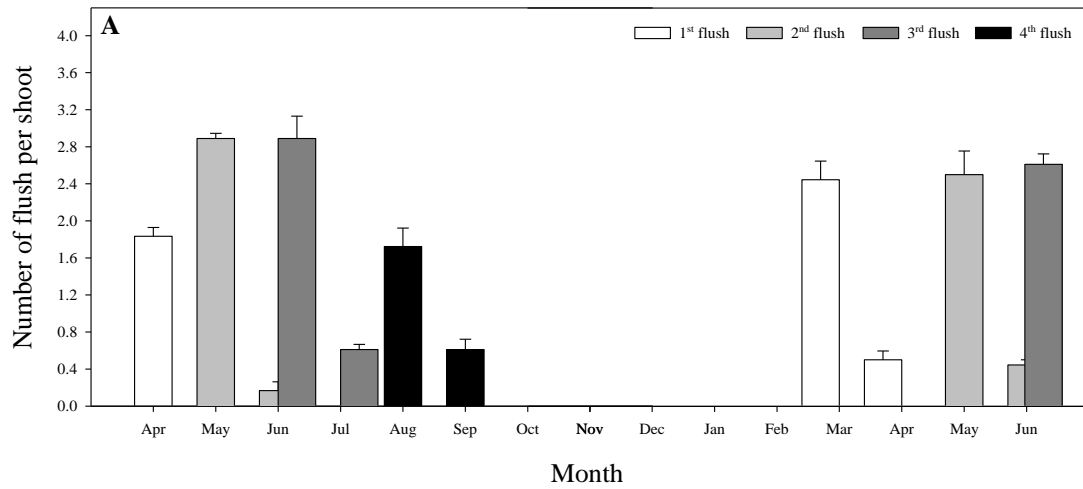
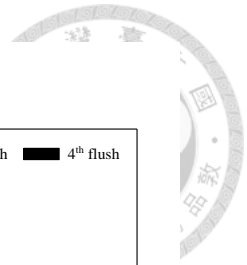


圖 49. 礁溪地區之長實金柑強修剪之對照組抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 49. The growth effects of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. bud sprouting (A) and anthesis (B) under field condition Jiao-Xi area.

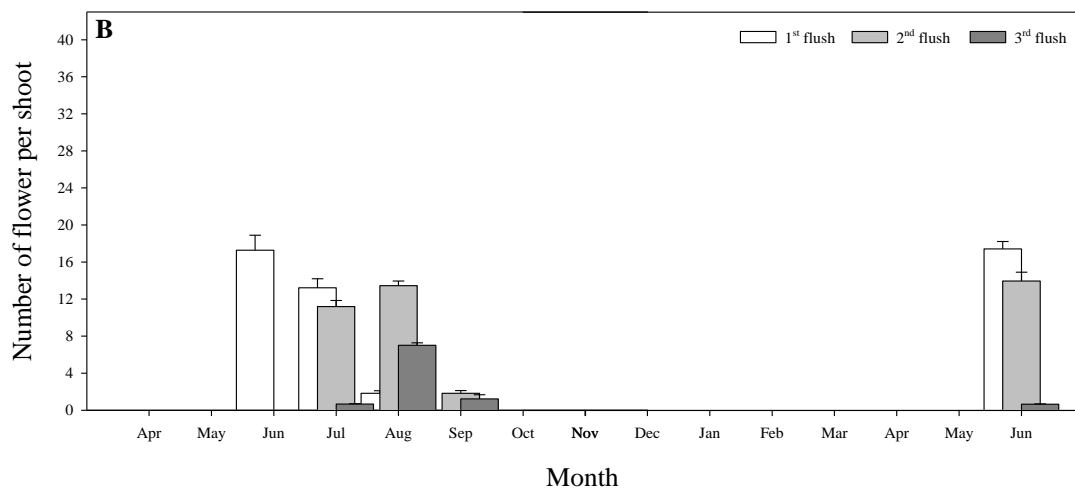
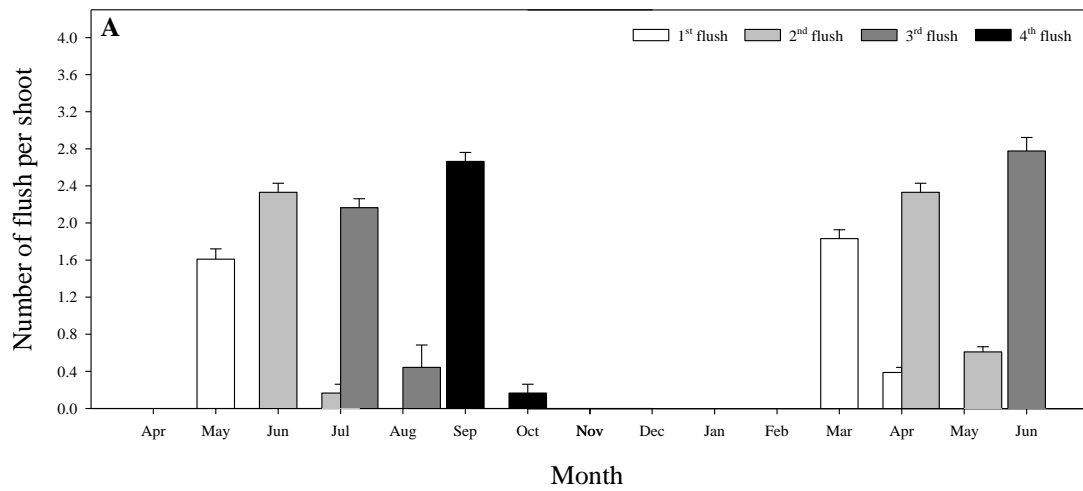


圖 50. 四月強修剪對礁溪地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 50. Effects of heavy pruning in April on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Jiao-Xi area.

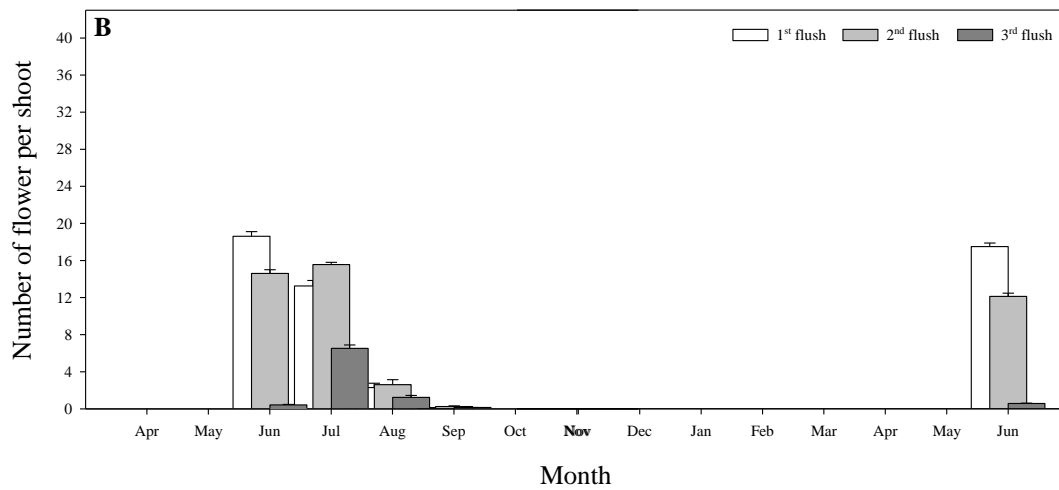
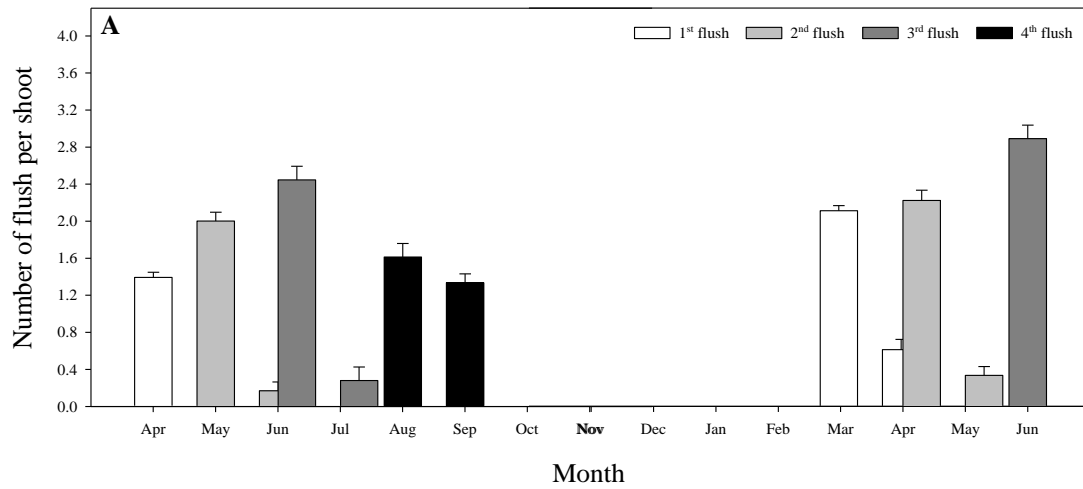


圖 51. 四月強修剪對礁溪地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響  
 Fig. 51. Effects of heavy pruning in April of unpruning part of tree crown on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle in Jiao-Xi area.

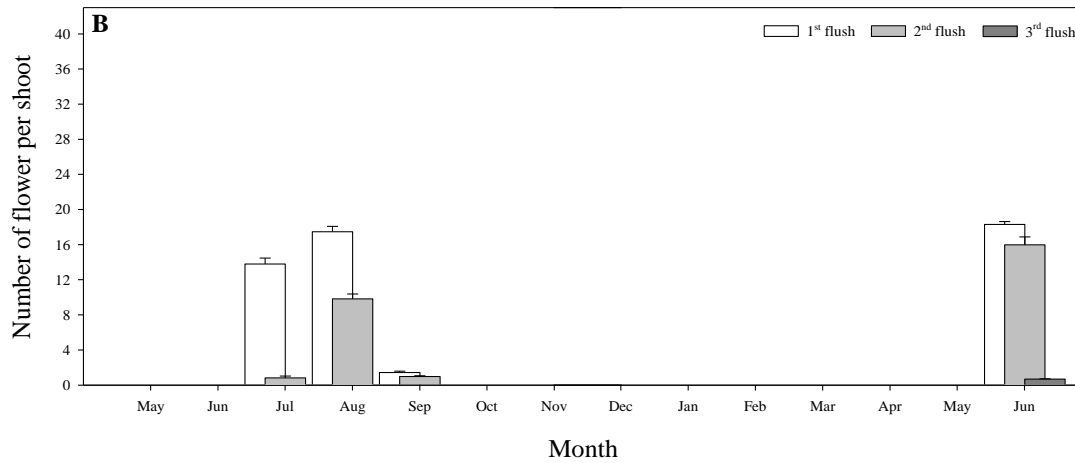
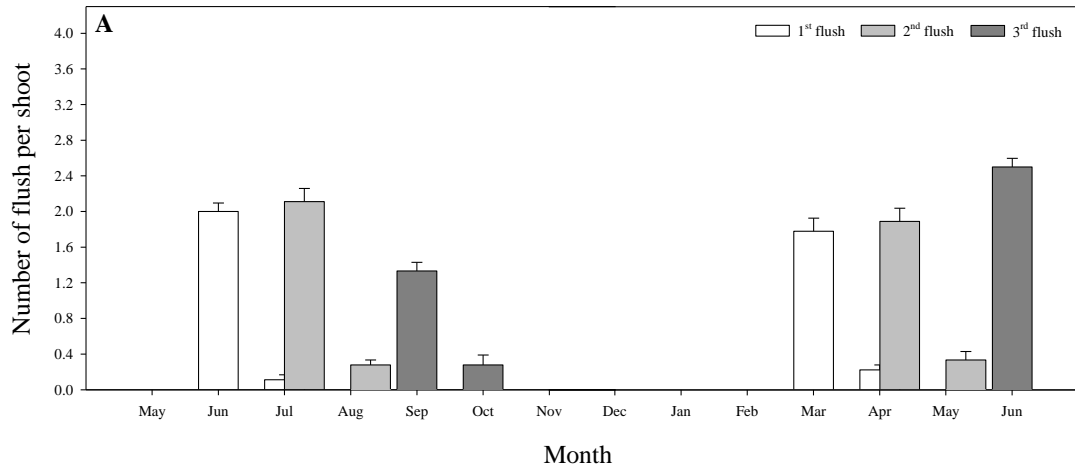
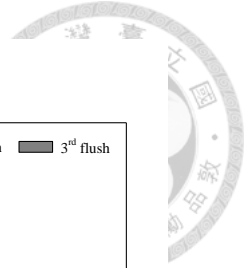


圖 52. 五月強修剪對礁溪地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 52. Effects of heavy pruning in May on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle in Jiao-Xi area.



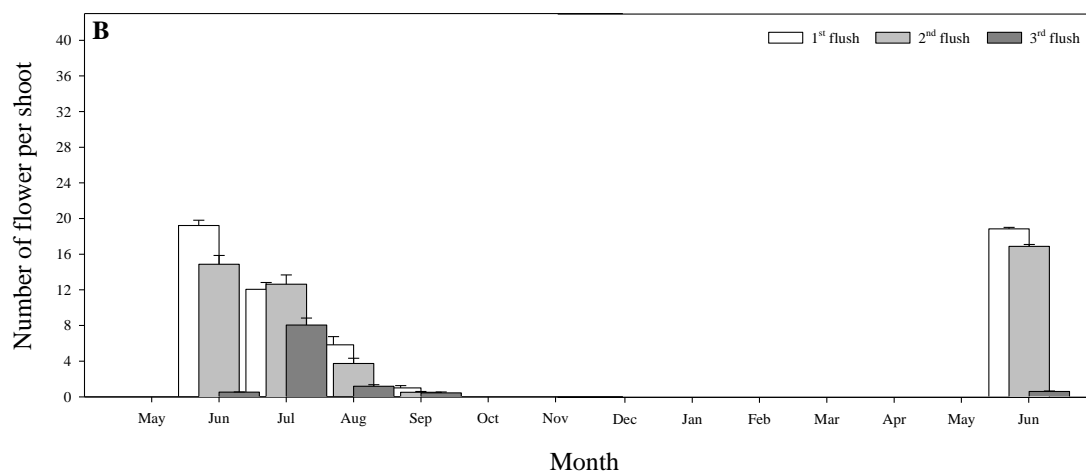
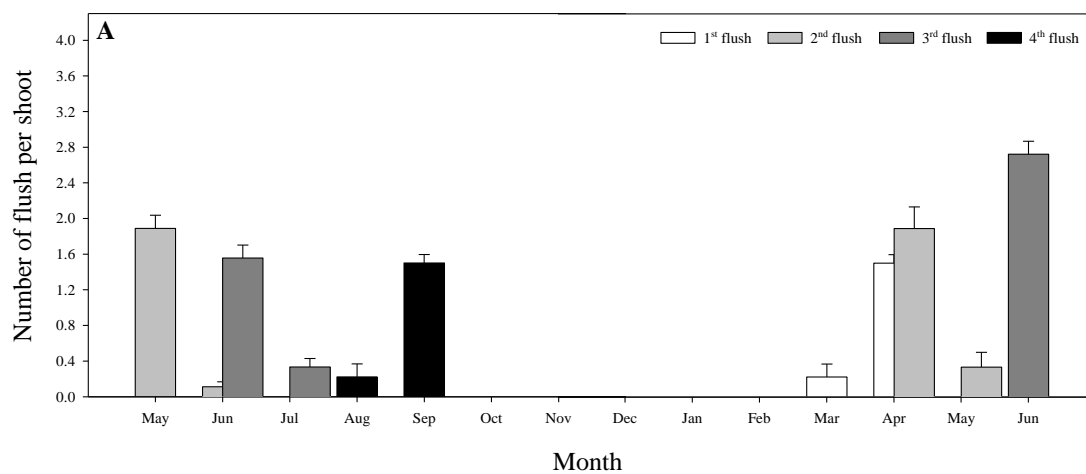
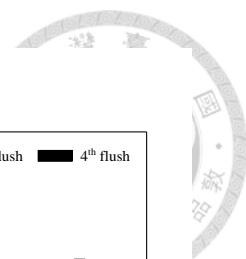


圖 53. 五月強修剪對礁溪地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響  
 Fig. 53. Effects of heavy pruning in May of unpruning part of tree crown on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Jiao-Xi area.

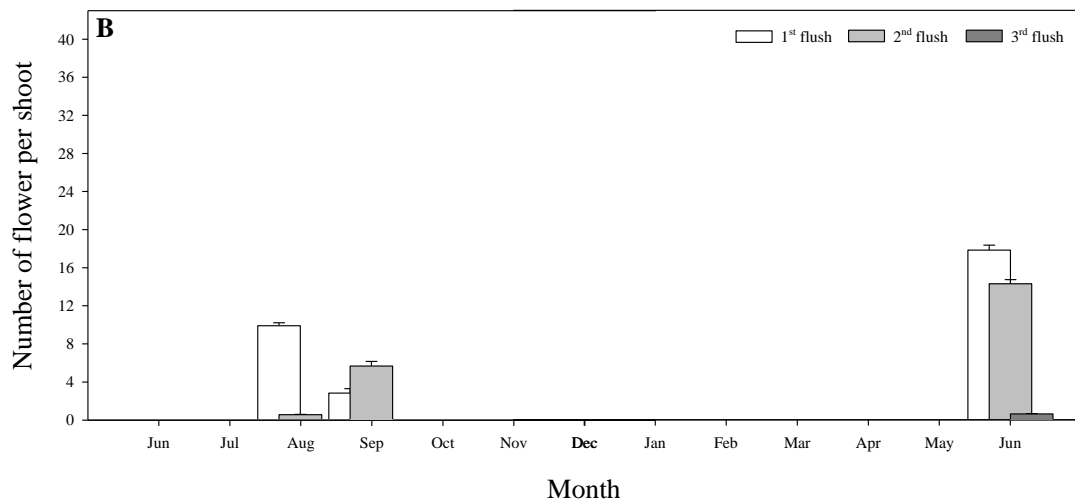
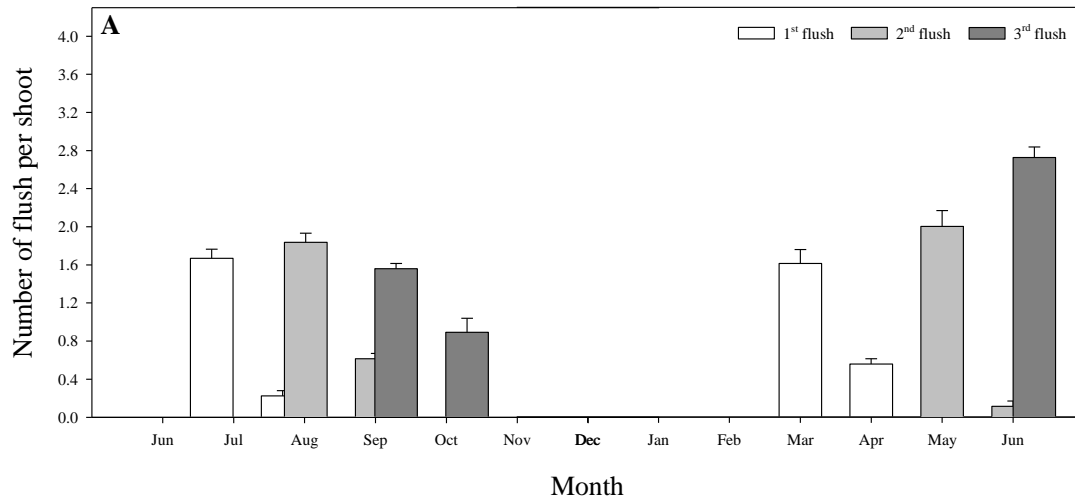


圖 54. 六月強修剪對礁溪地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 54. Effects of heavy pruning in June on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Jiao-Xi area.

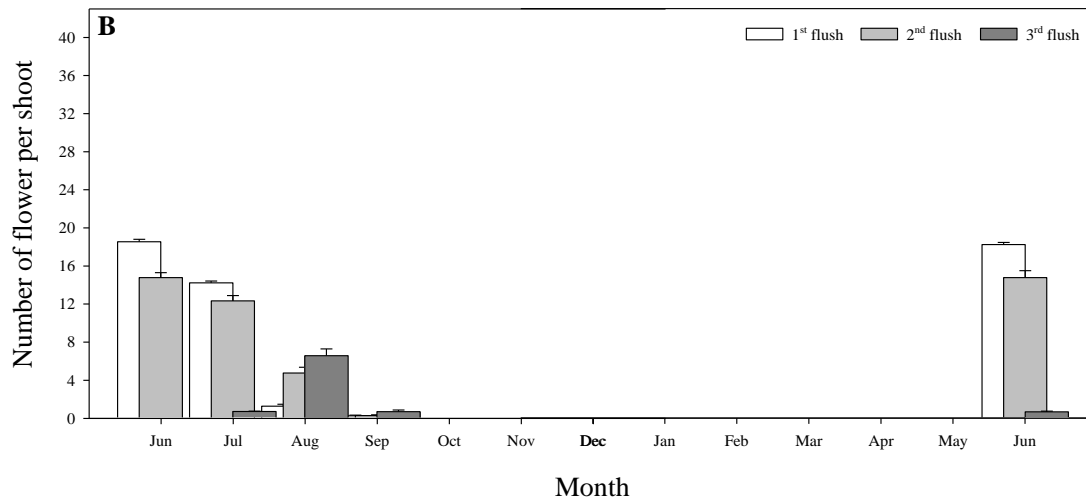
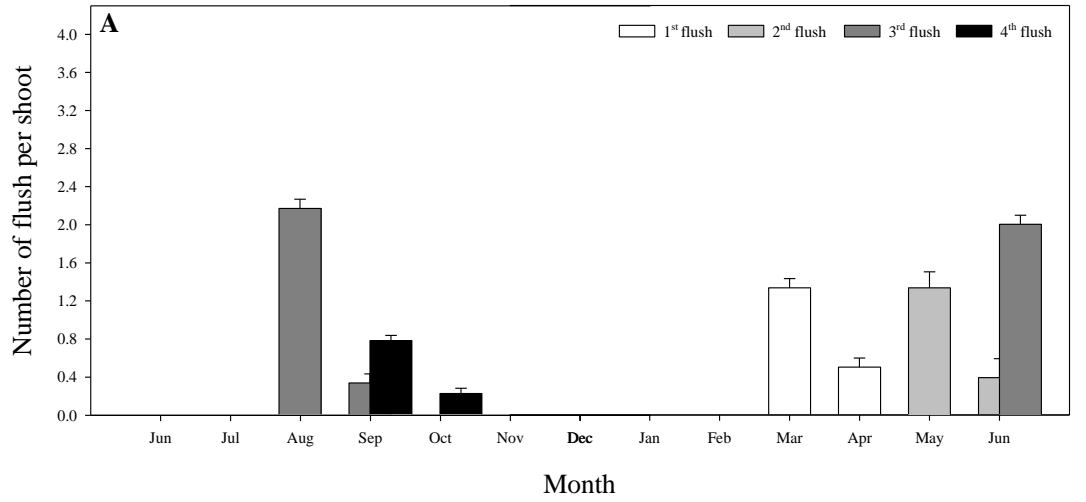
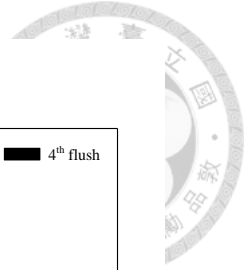


圖 55. 六月強修剪對礁溪地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響  
 Fig. 55. Effects of heavy pruning in June of unpruning part of tree crown on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Jiao-Xi area.

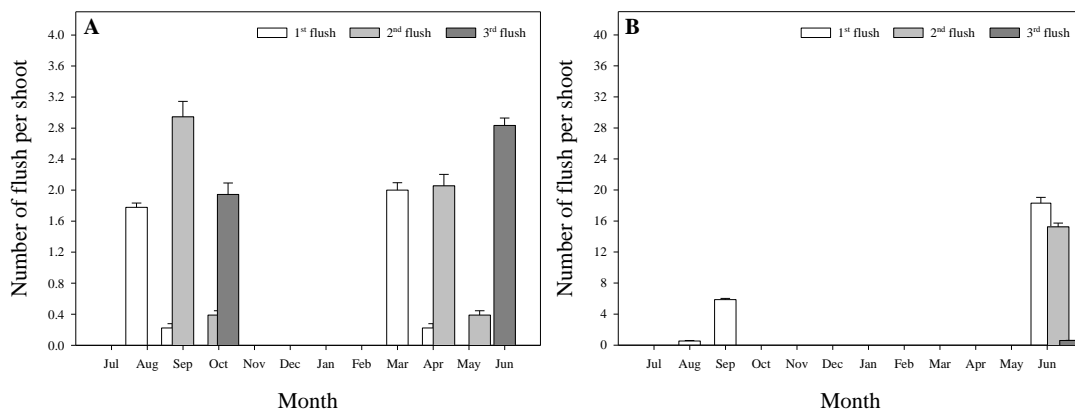


圖 56. 七月強修剪對礁溪地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響  
 Fig. 56. Effects of heavy pruning in July on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Jiao-Xi area.

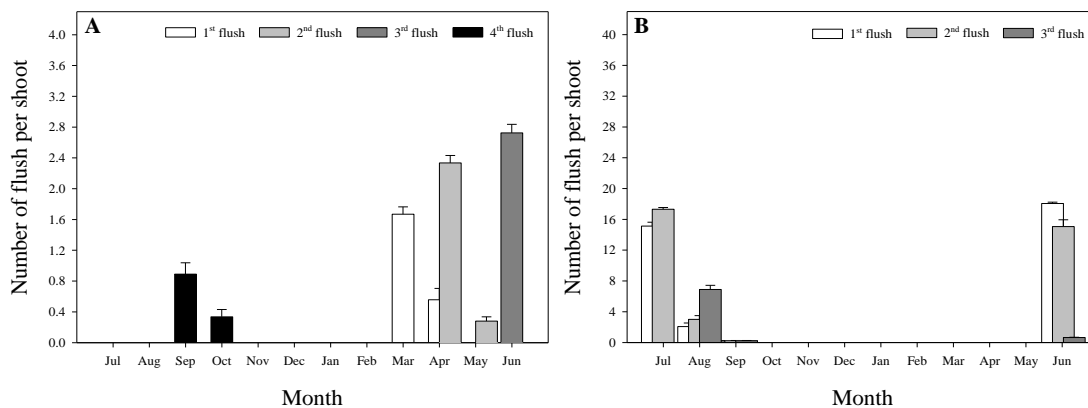


圖 57. 七月強修剪對礁溪地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響  
 Fig. 57. Effects of heavy pruning in July of unpruning part of tree crown on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Jiao-Xi area.

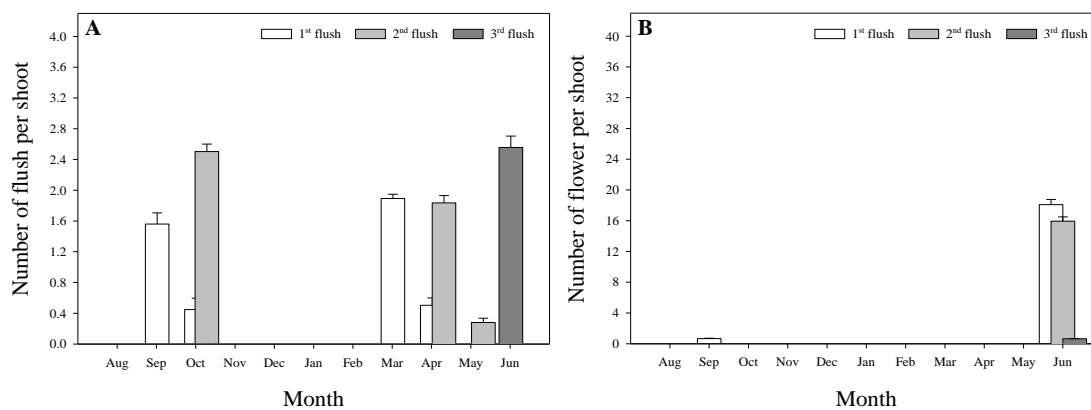


圖 58. 八月強修剪對礁溪地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 58. Effects of heavy pruning in August on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Jiao-Xi area.

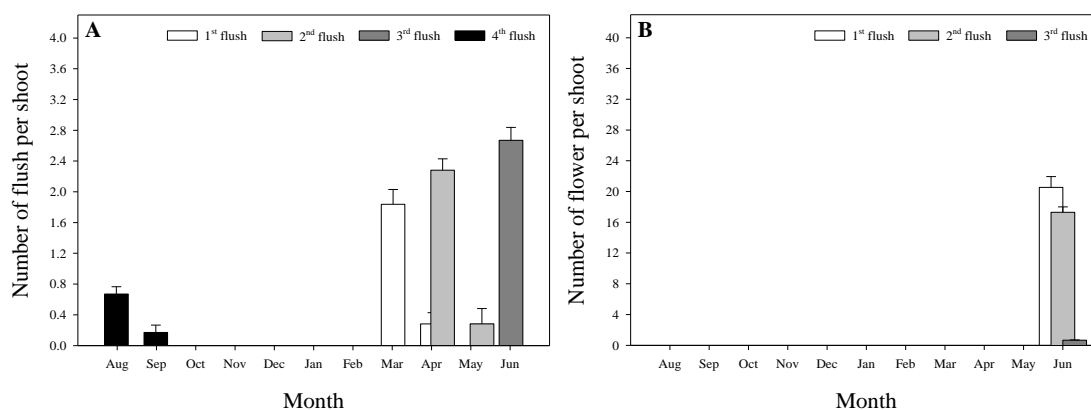


圖 59. 八月強修剪對礁溪地區長實金柑抽梢未處理樹樹冠(A)與開花(B)之影響

Fig. 59. Effects of heavy pruning in August of unpruning part of tree crown on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Jiao-Xi area.

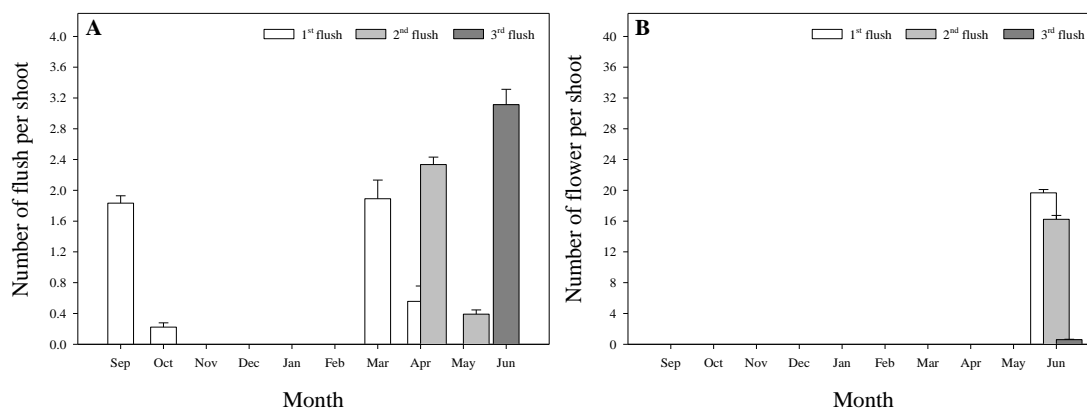


圖 60. 九月強修剪對礁溪地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 60. Effects of heavy pruning in September on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Jiao-Xi area.

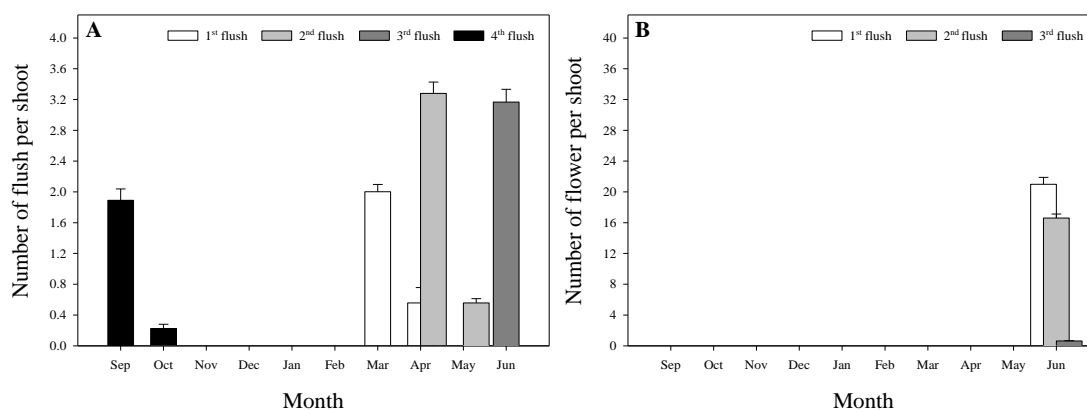


圖 61. 九月強修剪對礁溪地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 61. Effects of heavy pruning in September of unpruning part of tree crown on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Jiao-Xi area.

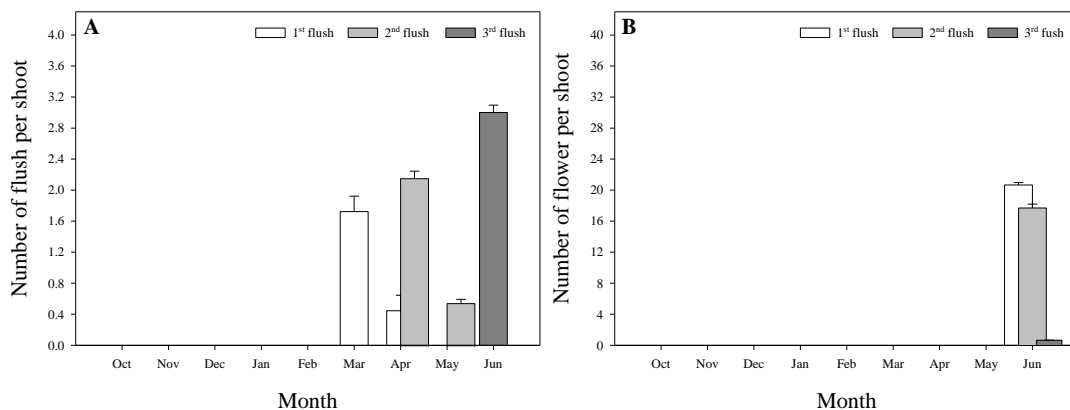


圖 62. 十月強修剪對礁溪地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 62. Effects of moderate pruning in October of unpruning part of tree crown on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Jiao-Xi area.

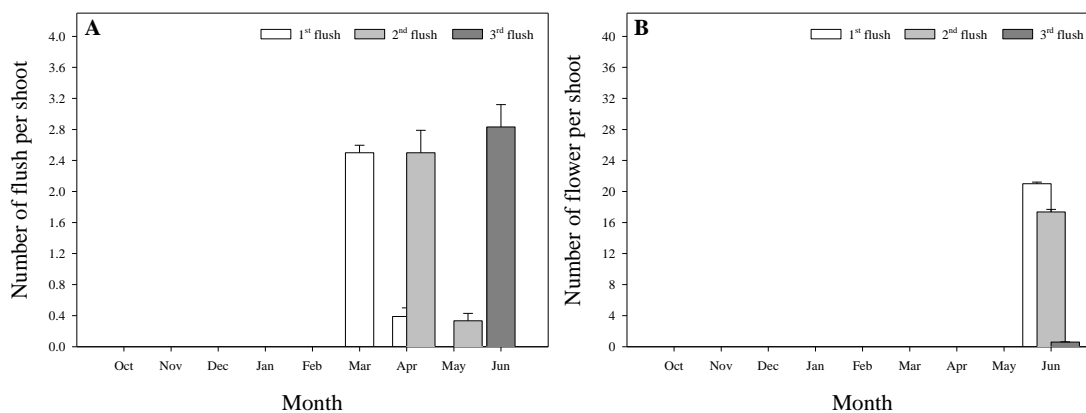


圖 63. 十月重修剪對礁溪地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 63. Effects of heavy pruning in October of unpruning part of tree crown on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Jiao-Xi area.

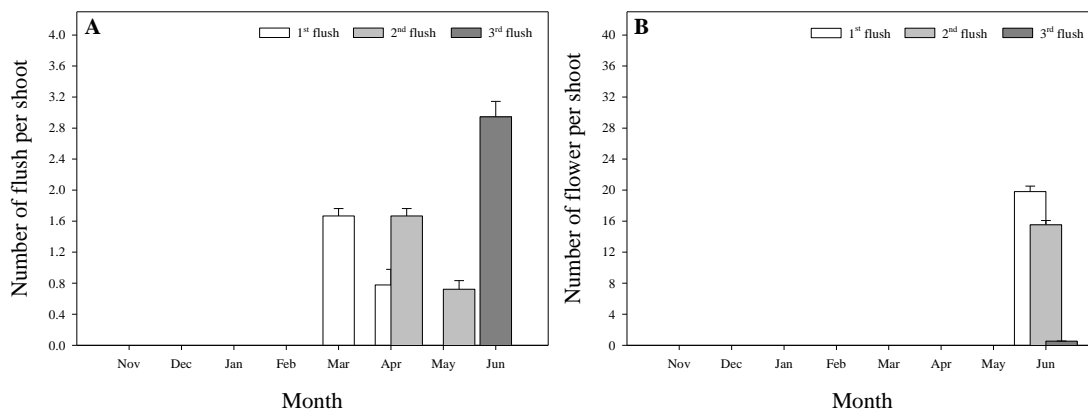


圖 64. 十一月強修剪對礁溪地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 64. Effects of heavy pruning in November of unpruning part of tree crown on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Jiao-Xi area.

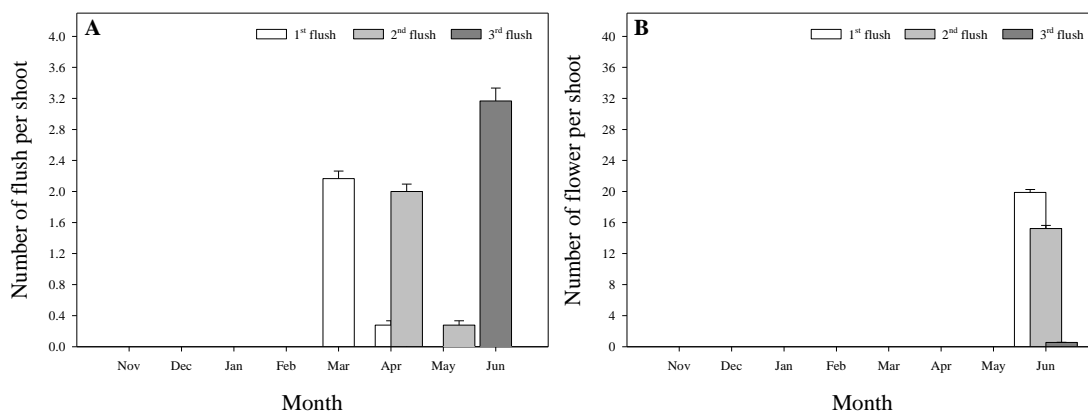


圖 65. 十一月強修剪對礁溪地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 65. Effects of heavy pruning in November of unpruning part of tree crown on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Jiao-Xi area.



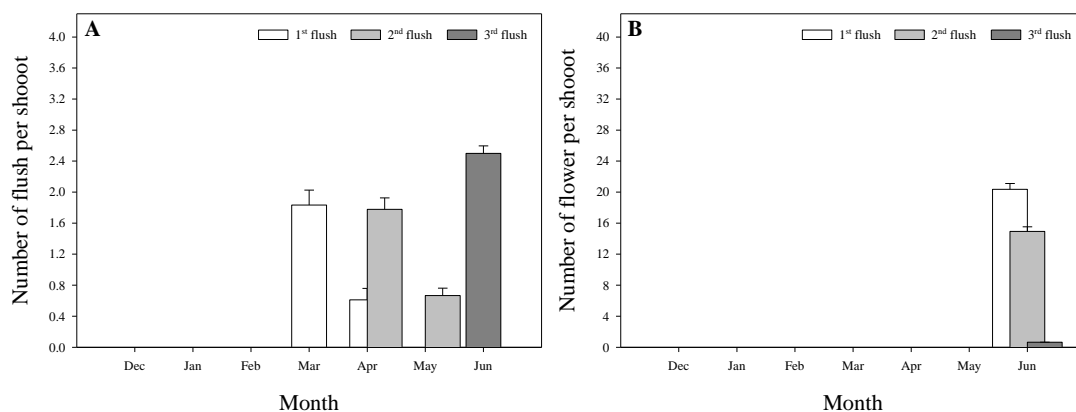


圖 66. 十二月強修剪對礁溪地區長實金柑抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 66. Effects of heavy pruning in December of unpruning part of tree crown on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Jiao-Xi area.

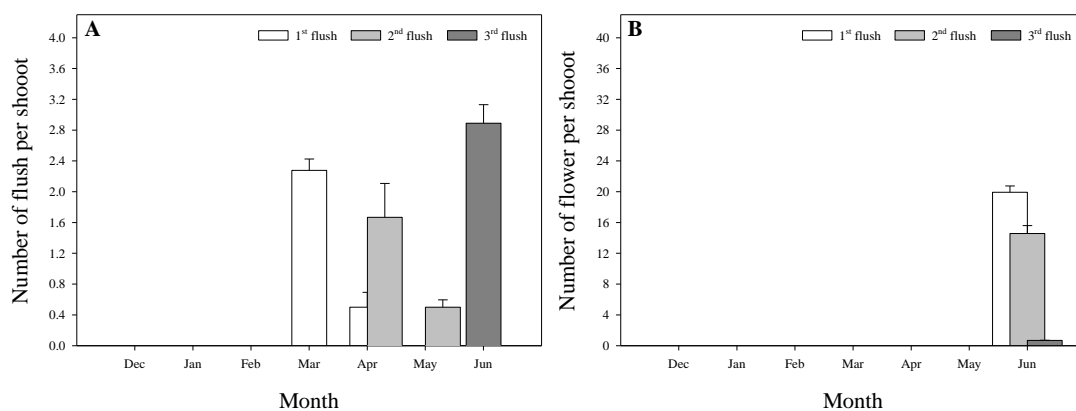


圖 67. 十二月強修剪對礁溪地區長實金柑未處理樹樹冠抽梢(A)與開花(B)之影響

Fig. 67. Effects of heavy pruning in December of unpruning part of tree crown on bud sprouting (A) and anthesis (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. in Jiao-Xi area.

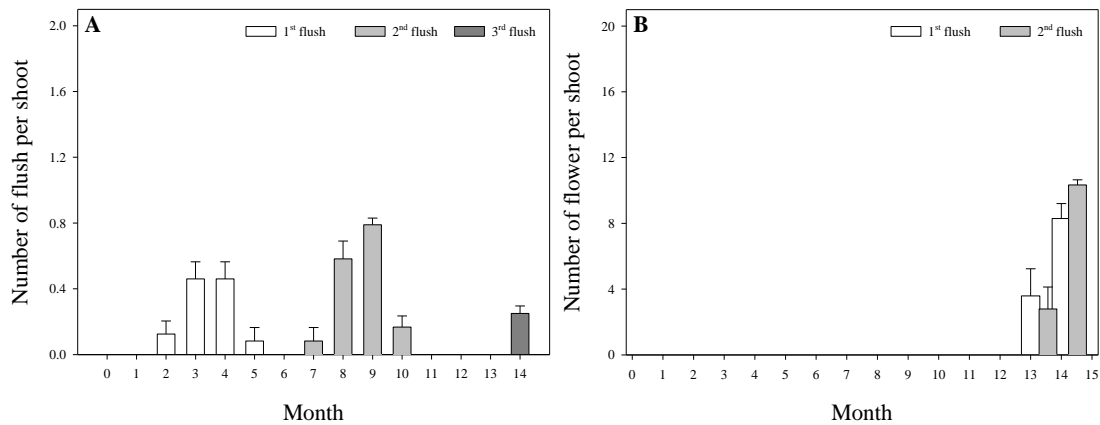


圖 68. 溫度試驗對長實金柑對照組抽梢量(A)與開花量(B)之影響

Fig. 68. The growth effect of control of temperature experiment of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. sprouting numbers (A) and flowering numbers (B).

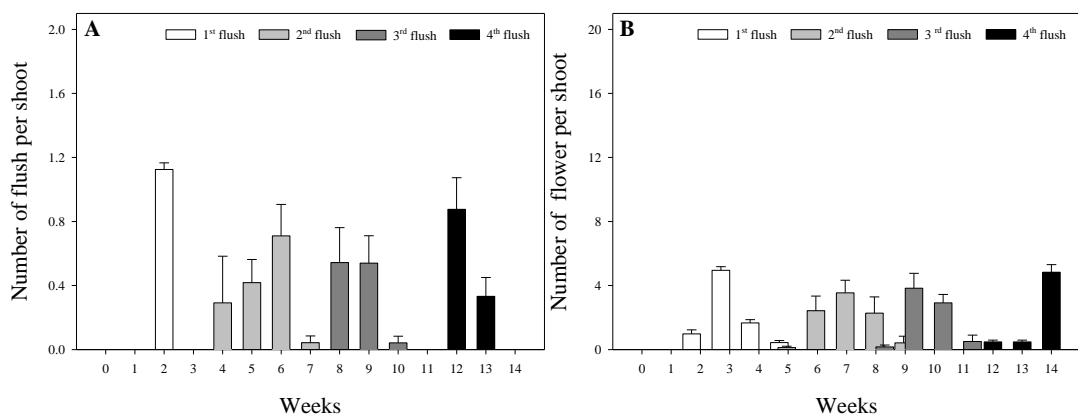


圖 69. 35/30°C 日夜溫處理對長實金柑抽梢量(A)與開花量(B)之影響

Fig. 69. The sprouting numbers (A) and flowering numbers (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. under 35/30°C (day/night temperature) condition.

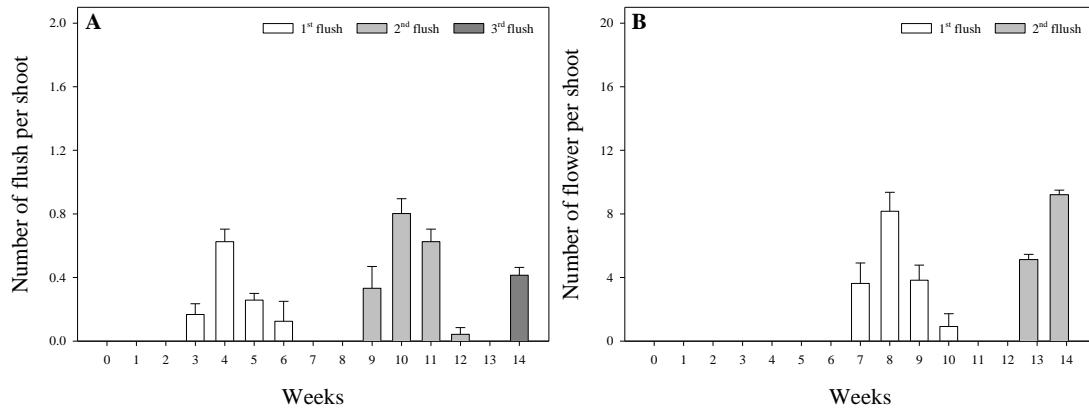
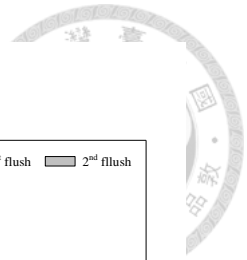


圖 70. 30/25°C 日夜溫處理對長實金柑抽梢量(A)與開花量(B)之影響

Fig. 70. The sprouting numbers (A) and flowering numbers (B) of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. under 30/25°C (day/night temperature) condition.

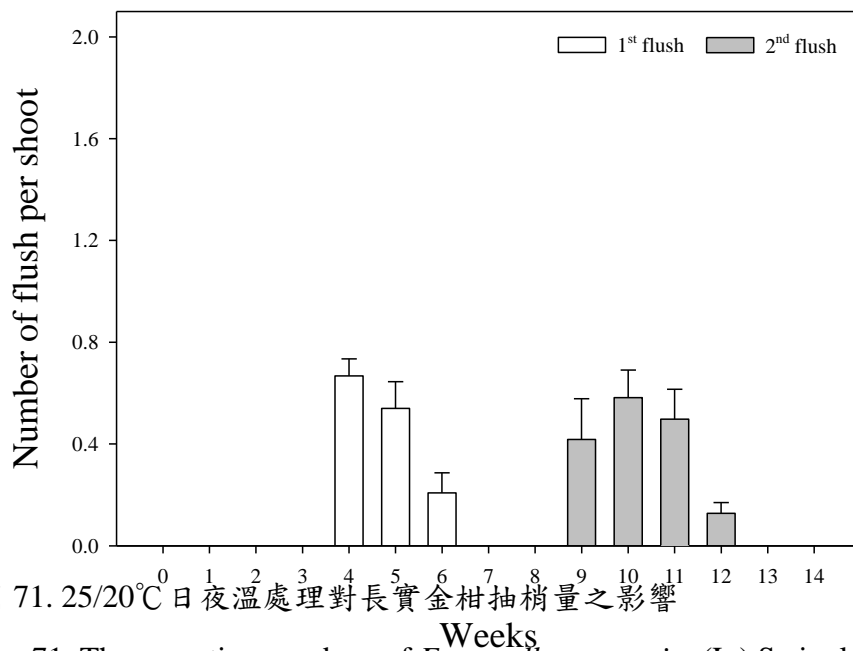


圖 71. 25/20°C 日夜溫處理對長實金柑抽梢量之影響

Fig. 71. The sprouting numbers of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. under 25/20°C (day/night temperature) condition.

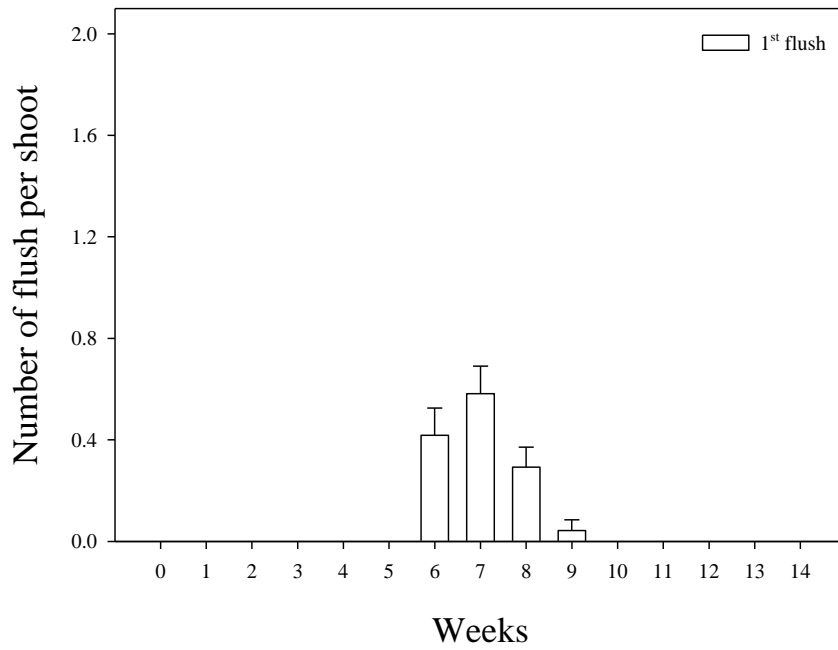


圖 72. 20/15°C 日夜溫處理對長實金柑抽梢量之影響

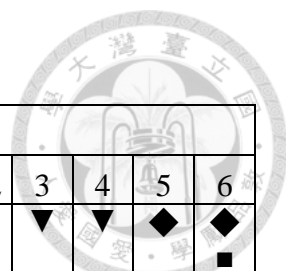
Fig. 72. The sprouting numbers of *Fortunella margarita* (L.) Swingle. under 20/15°C (day/night temperature) condition.

修剪時間	生長部位	月份													
		11-2	3	4	5	6	7	8	9	10	11-2	3	4	5	6
2006.11	梢		▼	▼	▼	◆	■	■●	■●	●		▼	▼	▼	◆
	花					※	※	※	※						※
2006.12	梢		▼	▼	▼	◆	■	■●	■●	●		▼	▼	▼	◆
	花					※	※	※	※						※
2007.01	梢		▼	▼	▼	◆	■	■●	■●	●		▼	▼	▼	◆
	花					※	※	※	※						※
2007.02	梢		▼	▼	▼	◆	■	■●	■●	●		▼	▼	▼	◆
	花					※	※	※	※						※
2007.03	梢		▼	▼	▼	◆	■	■●	■●	●		▼	▼	▼	◆
	花					※	※	※	※						※
2007.04	梢			▼	▼	◆	■	■●	■●	●		▼	▼	▼	◆
	花					※	※	※	※						※
2007.05	梢				▼	▼	◆	■	●	●		▼	▼	▼	◆
	花						※	※	※						※
2007.06	梢					▼	◆	■	●	●		▼	▼	▼	◆
	花						※	※	※						※
2007.07	梢						▼	◆	■	■		▼	▼	▼	◆
	花							※	※						※
2007.08	梢							▼	◆	◆		▼	▼	▼	◆
	花														※
2007.09	梢								▼	▼		▼	▼	▼	◆
	花														※
2007.10	梢									▼		▼	▼	▼	◆
	花														※
對照組	梢		▼	▼	▼	◆	■	■●	●	●		▼	▼	▼	◆
	花			※	※	※	※	※	※						※

▼一次梢, ◆二次梢, ■三次梢, ●四次梢, ※花

圖 73. 輕修剪對盆栽長實金柑生長(*Fortunella margarita* (L.) Swingle.)與開花之影響(續)

Fig 73. Effect of moderate pruning on *Fortunella margarita* (L.) Swingle Flowering.



修剪時間	生長部位	月份													
		11-2	3	4	5	6	7	8	9	10	11-2	3	4	5	6
2006.11	梢		▼	▼	▼	◆	■	■	●	●		▼	▼	◆	◆
	花					※	※	※	※						※
2006.12	梢		▼	▼	▼	▼	◆	■	●	●		▼	▼	◆	◆
	花					※	※	※	※						※
2007.01	梢		▼	▼	▼	▼	◆	■	●	●		▼	▼	◆	◆
	花					※	※	※	※						※
2007.02	梢		▼	▼	▼	◆	■	■	●	●		▼	▼	◆	◆
	花					※	※	※	※						※
2007.03	梢		▼	▼	▼	◆	■	■	●	●		▼	▼	◆	◆
	花					※	※	※	※						※
2007.04	梢			▼	▼	◆	◆	■	●	●		▼	▼	◆	◆
	花					※	※	※	※						※
2007.05	梢				▼	▼	◆	■	■	●		▼	▼	◆	◆
	花						※	※	※						※
2007.06	梢					▼	▼	◆	■	●		▼	▼	◆	◆
	花						※	※	※						※
2007.07	梢						▼	◆	◆	■		▼	▼	◆	◆
	花							※	※						※
2007.08	梢							▼	▼	◆		▼	▼	◆	◆
	花														※
2007.09	梢								▼	▼		▼	▼	◆	◆
	花														※
2007.10	梢											▼	▼	◆	◆
	花														※
對照組	梢		▼	▼	◆	◆	■	■	●	●		▼	▼	◆	◆
	花					※	※	※	※						※

圖 74. 強修剪對盆栽長實金柑生長(*Fortunella margarita* (L.) Swingle.)與開花之影響(續) ▼一次梢, ◆二次梢, ■三次梢, ●四次梢, ※花

Fig 74. Effect of moderate pruning on *Fortunella margarita* (L.) Swingle. Flowering.



修剪時間	生長部位	月份												
		4	5	6	7	8	9	10	.11-2	3	4	5	6	
2007.04	梢		▼	▼	◆■	■	■				▼	▼	◆	■
	花			◆	※	※	※							※
2007.05	梢			▼	▼	◆	◆■	■			▼	▼	◆	■
	花				※	※	※							※
2007.06	梢				▼	▼	◆■	■●			▼	▼	◆	◆
	花					◆	※	※						※
2007.07	梢				▼	▼	◆	■			▼	▼	◆	■
	花					※	※							※
2007.08	梢						▼	◆			▼	▼	◆	■
	花							※						※
2007.09	梢						▼	▼			▼	▼	◆	■
	花													※
2007.10	梢										▼	▼	◆	■
	花													※
2007.11	梢										▼	▼	◆	■
	花													※
2007.12	梢										▼	▼	◆	■
	花													※
2008.01	梢										▼	▼	◆	■
	花													※
2008.02	梢										▼	▼	◆	■
	花													※
對照組	梢	▼	▼	◆■	◆■	■●	●				▼	▼	◆	■
	花		◆		※	※	※	※						※

▼一次梢, ◆二次梢, ■三次梢, ●四次梢, ※花

圖 75. 強修剪對林美地區長實金柑開花之影響

Fig. 75. Effect of heavy pruning on *Fortunella margarita* (L.) Swingle. growth and flowering for under field condition Lin-Mei area.

修剪時間	處理	生長部位	月份												
			4	5	6	7	8	9	10	.11-2	3	4	5	6	
2007.04	重剪	梢		▼	▼◆	◆■	■	●	●			▼	▼◆	◆	■
	重剪	花			※	※	※	※							※
2007.04	對照	梢	▼	▼◆	◆■	■	●	●				▼	▼◆	◆	■
	對照	花			※	※	※	※							※
2007.05	重剪	梢			▼	▼◆	◆	■	■			▼	▼◆	◆	■
	重剪	花				※	※	※							※
2007.05	對照	梢		◆	◆■	■	●	●				▼	▼◆	◆	■
	對照	花			※	※	※	※							※
2007.06	重剪	梢				▼	▼◆	◆■	■			▼	▼	◆	◆■
	重剪	花					※	※							※
2007.06	對照	梢			◆	◆	■	■●	●			▼	▼	◆	◆■
	對照	花			※	※	※	※							※
2007.07	重剪	梢					▼	▼◆	◆■			▼	▼◆	◆	■
	重剪	花					※	※							※
2007.07	對照	梢				■	■●	●				▼	▼◆	◆	■
	對照	花				※	※	※							※
2007.08	重剪	梢						▼	▼◆			▼	▼◆	◆	■
	重剪	花						※							※
2007.08	對照	梢					●	●				▼	▼◆	◆	■
	對照	花													※
2007.09	重剪	梢						▼	▼			▼	▼◆	◆	■
	重剪	花													※
2007.09	對照	梢						●	●			▼	▼◆	◆	■
	對照	花													※
2007.10	重剪	梢										▼	▼◆	◆	■
	重剪	花													※
2007.10	對照	梢										▼	▼◆	◆	■
	對照	花													※
2007.11	重剪	梢										▼	▼◆	◆	■
	重剪	花													※
2007.11	對照	梢										▼	▼◆	◆	■
	對照	花													※
2007.12	重剪	梢										▼	▼◆	◆	■
	重剪	花													※
2007.12	對照	梢										▼	▼◆	◆	■
	對照	花													※
對照組	重剪	梢	▼	▼◆	◆■	◆■	■●	●				▼	▼◆	◆	■
	對照	花			※	※	※	※							※

圖 76. 強修剪對礁溪地區長實金柑開花之影響

Fig.76. Effect of heavy pruning on *Fortunella margarita* (L.) Swingle.

growth and flowering for under field condition in Jiao-Xi area.

▼一次梢, ◆二次梢, ■三次梢, ●四次梢, ※花



## 討 論



### 一、金柑開花梢與花序型態

柑橘花芽屬於混合芽(Mixed bud)，在一個芽中含有二至七個副芽，副芽有時全部分化成花芽，有時副芽會形成葉芽。芽於春季在結果母枝上抽出，稱為結果枝，一般柑橘可分為五種類型，分別為數葉單花枝(with several leaves and one flower)、無葉單花枝(with no leaves and one flower)、數葉多花枝(with several leaves and many flowers)、無葉多花枝(leafless with several flowers)與少葉多花枝(less than half the number of flowers) (Moss, 1969；張，1986)。分類學上之花序型態，原生柑橘亞屬(Archicitrus)如葡萄柚、橙類、檸檬與香櫞等為總狀或穗狀花序；後生柑橘亞屬(Metacitrus)如溫州蜜柑、金桔與枳殼等多為單生花而不成花序(張，1986)。氣溫較低時誘導甜橙產生之花序型態為無葉多花枝，溫度高則提高帶葉花序的枝梢之比率(Hall et al, 1977)。金柑開花梢多為數葉多花枝。經修剪之金柑所抽出之一次梢，開花時梢型態為數葉多花枝；無論重度修剪或弱修剪，在高溫下所抽出的二次與三次梢皆較一次梢短，分類上為少葉多花枝。花為白色。花序型態為單生花。

### 二、溫度對金柑開花之影響

影響柑橘開花因子包括外界環境與內生荷爾蒙。低溫利於一般的柑橘進行生殖生長，高溫則促進營養生長，花芽形成之臨界溫度是 19°C (Davenport, 1990)。依據 Moss (1976)和 Hall 等(1977)，推斷柑橘感應溫度誘導的部位在葉片或是莖部。

Abbott (1935)觀察‘Duncan’葡萄柚、‘Pineapple’甜橙、‘Owari’溫州蜜柑與‘Nagami’金柑之花芽分化時期，除了金柑在五月進行花芽分化，其他柑橘花芽分化時間皆在冬季進行，金柑開花時間比其他柑橘類晚。

以日夜溫 20/15°C 與 30/15°C 誘導‘Valencia’甜橙，經低溫誘導之組別開花量較高。(Hall et al, 1977)。以低溫 15/10°C 處理‘Owari’蜜柑盆栽打破芽體休眠並提高抽梢與開花比率；利用不具休眠性之夏梢為組織培養材料，也證實低溫對‘Owari’蜜柑蜜柑對花芽誘導具有專一性(García-Luís et al., 1992)。

賴(2005)以石蠟切片觀察三月、六月、九月強剪處理之四季橘第一次梢頂芽，發現其分別於六月至七月、九月、次年一月形成花芽；在臺北環境下，強剪後之第一次梢，約莫維持在營養梢狀態下二至三個月。十二月份強剪後之四季橘以日/夜溫 27.5/22.5°C 處理三週，可觀察到花芽分化初期階段。以四種日/夜溫，30/25、

25/20、20/15 及 15/13°C 處理下，以日/夜溫 30/25°C 處理者於處理後第二週開花最早，25/20°C 處理者於處理後第八週開花，20/15°C 及 15/13°C 處理開花時間則需要處理 22 週才開始開花。

金柑在四月與五月抽梢，相較於溫州蜜柑與枳殼之抽梢時間晚約一至二個月。秋冬二季直至隔年一月無花器形成，當春季溫度提高，花器才開始發育，在夏季開花，開花二至三回(Yoshida et al., 2003)。Nishikawa 等(2011)在日本以切片調查金柑花芽形成時間在六月，六月下旬雄蕊與雌蕊形成。

由此顯示金柑之花芽形成與其他柑橘不同。再由本研究之結果可看出高溫有助於金柑抽梢，32°C 下金柑一年平均抽梢量達四至五次，高溫下停梢速度快，枝梢較小。低溫不利於金柑枝梢萌發，低於 22°C，抑制效果顯著。33/25°C 下金柑之梢開花次數增加，且總開花數顯著高於其他處理組；22/18°C 以下，金柑梢生長與開花皆受抑制，確實異於其他柑橘(張，2014)。

利用不同月份修剪及溫度處理長實金柑，探討生長與開花的影響。台北及宜蘭地區的長實金柑在未修剪的狀態下(圖 73、圖 74、圖 75 及圖 76)，一年有四次抽梢期，分別於三至四月、四至五月、六至八月與八至九月，開花期集中在六至九月。與其他柑橘類植物不同的是，長實金柑無論修剪與否，春梢即第一次梢，萌出時並不開花，而在第二次梢至第三次梢生長期間，可見花苞，同時開花。除了秋天萌發的第四次梢之外，每次抽梢均會開花。盆栽試驗之修剪處理的結果顯示，十一月、十二月、一月、二月、三月及四月修剪者，於五至六月抽出第二次梢時方開花。五月及六月修剪者，亦在七月抽出第二次梢時開花。七月修剪組，抽梢時出現頂芽著生花苞之帶葉花序並開花。八月修剪者，在九月及十月抽出第二次梢，九月修剪者，在十月抽出一梢。十月弱修剪，在十月抽出一梢；強修剪則無抽梢。八月、九月及十月修剪，在當年皆無開花。無論修剪強度，所有處理皆在 2008 年三月及四月抽出第一次梢，五月和六月抽出第二次梢，六月底抽出第三次梢並伴隨開花。

田間試驗之修剪處理的結果顯示(圖 75 及圖 76)，四月、五月、六月、修剪者，於七月抽出第二次梢時方開花。七月及八月修剪者，在七及八月抽出第一次梢時，隨即出現頂芽著生花苞並開花。八月修剪者，在九月及十月抽出第二次梢，九月修剪者，在十月抽出一梢。十月至十二月修剪者，當年停止生長。一月及二月

修剪者，於三月始萌芽。兩地區之所有處理皆在 2008 年三月及四月抽出第一次梢，五月和六月抽出第二次梢，六月底抽出第三次梢並伴隨開花。

溫度試驗的對照組和盆栽與田間試驗的對照組生長情形相似，在三月和四月中旬(溫度處理後第二週至五週)萌發一次梢，四月下旬至五月中旬(溫度處理後七至十週)萌發二次梢，六月中旬(溫度處理第十四週)萌發三次梢。對照組於第三次萌梢時，開始看到花序，同時在第十三週在當年生之一次梢和二次梢上開花。六月底為始花期可觀察到每個節位上皆有花苞著生並開花的現象，並且在頂芽與較前的節位有三次梢萌發，在第十四週試驗結束之際，三次梢仍未開花。

溫度試驗對照組和以四種日/夜溫度，35/30，30/25，25/20 及 20/15°C 處理(圖 68、圖 69、圖 70、圖 71 及圖 72)，以日/夜溫 35/30°C 處理者於處理後第 2 週抽梢，頂芽有單朵小花，為四個處理中最早開花的組別，此處理每抽一次新梢，隨即伴隨開花，是所有處理中抽梢最多次之處理。30/25°C 處理者於處理後第 7 週開花，總共抽 4 次梢，對照組則在第 14 週開花，經過 14 週的觀察，結果顯示 25/20°C 及 20/15°C 處理則無開花。Lai et al. (2008；2010)指出四季橘再高溫下形成花芽，在低溫下亦可。但發育緩慢，不過仍會開花。顯然高溫對於金柑花芽誘導具有正面的效果，30°C 以上當次即可花芽分化與開花，因此推測 25°C 可能是花芽分化之臨界值。以 15/8°C 處理甜橙週數越長，能夠刺激抽梢，使抽梢量提高，也提高開花的數量(Moss, 1969)。誘導開花的溫度確實與金柑相異。

大多數柑橘類在夏季高溫的狀態下，花芽分化會被抑制，一方面可能因為柑橘為非絕對性短日植物，開花會受日照長度的影響。但日長似乎並非柑橘開花之絕對要素，因為自然狀態下，夏季長時日照偶爾會有不時花的產生。依現有的研究報告顯示(Devenport, 1990；Krajewski and Rabe, 1995)，普遍仍認為高溫仍是花芽分化作用抑制的主要因素。溫度越高，葉芽的比例亦越高，花芽比例隨之降低。冬季以高溫處理柑橘植株，會使抽梢性質傾向由生殖梢→混合梢→營養梢的表現。故在自然狀態下持續的夏季高溫會抑制花芽分化，一般柑橘類因此而表現一年一花一穫的生理特性。四季橘的開花表現為柑橘類中極為特殊的例子，相較於一般柑橘類花芽於秋冬季低溫分化，且多數於春梢上開花，四季橘則每次抽梢皆伴隨著開花，一次的抽梢期代表一次花期；無論是在夏季高溫或冬季低溫的狀態下皆可行花芽分化，花芽分化並不因高溫而受到抑制；同時在帶葉花序與腋生花

之表達上，與溫度關係似不若其他柑橘密切。此外，且四季橘夏季開花並非不時花之性質，其花期、果實產期與產量皆有穩定表現。由田間開花表現推斷，四季橘開花除了受冬季低溫的影響外，高溫可能對其花芽影響有某種正面促進效果(賴，2005)。Lai et al. (2010)利用強剪方式，誘使四季橘萌出營養梢，再進行花芽形成之研究，其表現與本研究相近。

無論是在盆栽試驗、田間試驗與溫度實驗結果中，金柑在高溫下(春季與夏季)抽梢速度較快，在高溫環境中會開花的特性，生長習性與四季橘相似，皆具有一年抽梢與開花多次的特性，與其他柑橘類相異。四季橘和金柑具有親緣關係，具有一年抽梢多次與開花的特性。但是金柑在低於 25°C 則顯然較不易誘導開花。

一般柑橘類在春季開花，枝條上亦有新梢生長；四季橘經強修剪後，所抽出的新梢在停梢之後皆會開花，金柑經強度修剪後，在晚秋與春季抽出的新梢時無開花現象，此時所抽出的梢皆進行營養生長(Lai et al., 2010)，進入五月底後至八月梢因高溫刺激而再次抽梢，此時因高溫刺激所誘發之新梢與春天萌發一次梢上著生小花苞並開花。比對一般柑橘生育習性，需要秋季與初冬低溫誘導花芽形成，並在冬季進行花芽形態上發育之生育習性相異。以日/夜溫 35/30°C 於處理之金柑，經處理後第 2 週開花，為最早開花之組別；30/25°C 處理者於處理後第 7 週開花；對照組則在第 14 週開花；25/20°C 及 20/15°C 處理則無開花(Lai et al., 2008)。綜合以上結果顯示，高溫是誘導長實金柑開花的條件。溫度 25°C 為金柑開花之臨界溫度，與 Davenport(1990)主張柑橘開花臨界溫度 19°C 之論點相異。證實高溫確實刺激金柑花芽分化且開花。

### 三、花芽形成條件與柑橘分類上的連結性

春化作用能解除植物內生休眠促進開花。直至 2003 年為止，許多研究仍重複印證此假說，並認為此潛在的機制涉及染色體重新排列(chromatin remodeling)(Horvath, 2009)。以分子之角度觀察，主張調控開花和中斷生長之情型皆在內生休眠誘導期之前發生；其中 *FT*、*CEN1* 和 *MADS-box* 轉錄因子之基因皆與 *SVP* 亦或 *AGL24* 對於中斷生長與內生休眠發育況相似；而冬季一年生阿拉伯芥(*Arabidopsis thaliana*)調控開花基因之研究和單子葉植物如水稻(*Oryza sativa*)、落葉性喬木白楊屬(*Populus spp.*)與常綠果樹柑橘屬(*Citrus spp.*)植物之開花基因十分相似，但開花基因以多年生植物保留最完整。

Dornela 等(2007)綜合很多報告之結果，主張葉片的確接受光週期訊號，將未知的開花訊息傳至頂芽。認為植物的葉片為感應光週期之部位，而使植物從營養生長轉至生殖生長。有許多研究報告主張阿拉伯芥 *FT* 基因之合成物，為可移動的促進開花物質。

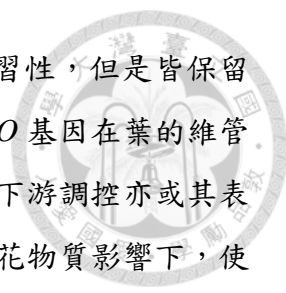
阿拉伯芥感應日夜週長之變化，調控 *CONSTANS (CO)* 基因表現，隨後因光週期而誘導 *FLOWERING LOCUS T (FT)* 基因之表現，形成開花素(floregin)之主要化合物。認為控制阿拉伯芥至少由三個，分別為 *FLOWER LOCUS T (FT)*、*LEAFY (LFY)* 和 *SUPPRESSOR OF OVEREXPRESSION OF CONSTANTS 1 (SOC1)* 整合開花反應路徑，並活化控制花分生組織生長之基因如 *APETALA1 (API)*、*FRUITFUL (FUL)*、*CAULIFLOWER (CAL)*、*LFY* 與 *SEPALLATA4 (SEP4)*。把進行營養生長之頂芽轉變成生殖生長，並觸發花器辨識基因表現，進一步使植物開花(Tan and Swain, 2006)。

影響阿拉伯芥開花表現之基因為 *APETALA1 (API)* 和 *LEAFY (LFY)*，其中 *FT* 基因主要誘發 *API* 基因表現，而 *LFY* 基因之表現則為 *SOC1* 誘導；*CO* 基因正向調控 *FT* 與 *SOC1*；MADS-box 轉錄因子之 *FLOWERING LOCUS C (FLC)* 對 *FT* 與 *SOC1* 為負調控(Tan and Swain, 2006；Dornelas et al., 2007)。

環境與發育之訊息，包括染色體重新排列與春化作用，亦調控 *FT* 表現。*SHORT VEGETATIVE PHASE (SVP)* 為其他 MADS-box 與 *FLC*、許多調控 *FT* 基因序列結合，而抑制 *FT* 基因表現。然而 *SVP* 與植物栽培溫度相關；*FLC* 與植物春化作用相關。除 *FLC* 之外，所有植物皆具有調控開花功能同源染色體，值得至注意的是 *FT* 家族基因表現擴及落葉性喬木白楊上。但是長日照與短日照植物之 *FT* 同源染色體之表現仍具有相異之處(Horvath,2009)。

*LHY*、*ELF3* 和 *TOC1* 基因之功能能感應光線並將光週期轉為內部資訊，其過程被認定與生物鐘相關。上述之過程中，將資訊傳至 *GI* 基因，其產物進一步活化 *CO* 基因。有學者認為 *CO* 基因未鍵結在 DNA 上。亦有報告證實 *CO* 與似 *CO* 基因編碼於核鋅指蛋白(nuclear zinc finger-containing proteins)上並進一步推斷其為潛在轉錄作用因子之功能。不過目前對於 *CO* 表現機制仍非全盤了解。在分析柑橘遺傳組成物時，發現柑橘屬植物亦保留與生物鐘相關的同源染色體。

Zobell 等(2005)在苔蘚(*Physcomitrella patens*)上亦發現 *CO* 家族之同源染色體，顯示被子植物甚至連苔蘚，皆具有 *CO* 同源染色體之存在，證實此類蛋白質確



實與生殖時起之發育相關。儘管草本與木本植物具分歧的生育習性，但是皆保留生物鐘之同源染色體，以不同方式進行調控。發現阿拉伯芥之 *CO* 基因在葉的維管束表現，並誘導 *FT* 基因在同樣的部位表現，證實開花素訊號由下游調控亦或其表現量等同 *CO* 基因。認為環境與植物內生因子等不同的促進開花物質影響下，使 *CO* 基因誘發阿拉伯芥提早開花。亦有報告主張 *CO* 的目標為 *FT* 基因，當 *FT* 基因在葉或是頂芽表現時，會使多年生植物提早開花。證明 *FT* 基因表現即為開花素，亦或 *FT* 基因在葉或是頂芽表現並合成開花素促進開花。以上實驗證實葉片內出現 *CO* 基因表現，開花素由 *CO* 基因進行下游調控。綜合以上試驗結果，比對柑橘屬 *CO* 基因表現，發現除了檸檬在根部維管束 *CO* 基因表現之外，其他柑橘如酸橙、萊姆、椪柑、甜橙與枳殼皆出現在葉維管束內(Dornela et al., 2007)。

如同阿拉伯芥的 *FT* 基因，甜橙亦有 *FLOWER LOCUS T* (*CsFT*) 同源染色體誘導花芽形成。甜橙以低溫和日照處理一天與僅以低溫處理三天之甜橙相比，低溫搭配日照之處理組別，其 *CsFT* 轉錄作用增加；僅以溫度處理三天之組別，則未發生 *CsFT* 轉錄作用。證實甜橙開花需要累積低溫與日照，累積植體內 *CsFT* 轉錄作用而利於開花(Chica and Albrigo, 2013)。

溫州蜜柑以 25°C 處理 2.5 個月後，花芽誘導受抑制，葉片與莖部之 *CiFT* mRNA 量無顯著改變。15°C 低溫對成株之溫州蜜柑開花具誘導性，藉由 *CiFT* mRNA 轉錄作用而誘導開花(Nishikawa et al., 2007)。

秋冬二季低溫誘導柑橘花芽分化，此時柑橘的 *CiFT* 同源染色體增加；在早春至開花之前，柑橘 *LEAFY* (*CsLFY*) 與 *SEPALLATA* (*CuSEP*) 同源染色體增加；而 *APETALA1* (*CsAPI*) 與 *FRUITFULL* (*CuFUL*) 同源染色體的量，在花季中則無顯著變化(Nishikawa et al., 2007)。枳殼(trifoliate orange)之開花習性與許多落葉植物相似，花芽誘導與花芽發育皆發生在初夏。此時葉片與莖部組織內之 *CiFT*、*CsLFY*、*CsAPI*、*CuSEP* 與 *CuFUL* 表現皆增加，其中 *CuSEPs* 在春季開花之前量會再度提高。溫州蜜柑與枳殼儘管花芽誘導與花芽發育時期相異，植體內 *TERMINAL FLOWER 1* (*CsTFL*) 皆呈低轉錄之現象(Nishikawa et al., 2009)。

金柑在六月花芽形成時，柑橘 *LEAFY* 同源染色體 *CsLFY* 基因與柑橘 *Flowering Locus T* (*CiFT*) 轉錄作用，無論是葉片或是莖部表現量均提高，*CiFT* 與 *CsLFY* 與金柑花芽創始與花芽形成相關。對照溫州蜜柑與金柑誘導開花時間與 *CiFT* 基因表

現具相異性，金柑 *CiFT* 的表現在夏季之高溫較強(Nishikawa et al., 2011)。

在亞熱帶地區生長之常綠果樹花芽誘導時間在秋與初冬之際，花芽在冬天的發育，並且在隔年春天開花；大部分的落葉性植物在初夏產生花芽，隨後因秋季日照變短在秋冬二季停止生長，隔年經春化作用之刺激後在春天開花(Davenport, 1990；Nishikawa et al., 2007)。溫州蜜柑、甜橙、金柑以及枳殼，儘管花芽誘導之條件與開花季節不同，*FT* 同源染色體確實參與開花作用。金柑為常綠果樹卻與落葉性枳殼與白楊(Nishikawa et al., 2009)皆在夏季進行花芽誘導與花器發育。

柑橘作物種類繁多，原生地氣候大致決定其生長與開花習性。田中長三郎教授依據柑橘類作物間原生地與地理氣候的相關性，在柑橘原生地描述區分上，列出柑橘原生地的假想線，後人稱為 Tanaka Line。從開花時間來看，柑橘屬似乎皆屬於亞熱帶果屬，其實不然。依原生地不同，不同柑橘類具有熱帶至溫帶之不同生理特質，以下簡單化分柑橘原生地 Tanaka Line 主體，對不同柑橘開花表現作簡單分類。

Tanaka Line (I)以南的原生柑橘類，原生地屬於熱帶氣候，部分原生於此地的柑橘具有熱帶果樹中，乾旱為影響花芽分化主要因子的特性，代表性作物有柚類、檸檬、來母等。缺水處理有助於柚類開花；二至五週缺水處理可促進‘Tahiti’萊母開花，即使在無葉之條件下，乾旱與低溫仍可促進花芽分化。

Tanaka Line (I)以北為後生柑橘類的原生地，主要分佈於 Tanaka Line (II)分佈線上，位於中國沿海一帶，屬於亞熱帶氣候，原生有極柑與溫州蜜柑等寬皮柑類。原生於此區柑橘作物與荔枝等亞熱帶作物相同，主要受低溫刺激花芽分化。

Tanaka Line (III)位於中國大陸內側，其分佈區域冬季低溫更甚於 Tanaka Line (II)的後生柑橘亞屬原生地，原生於此地的枳殼與金柑皆具有溫帶果樹習性。金柑雖與枳殼原生地相近，卻無落葉習性，仍屬於常綠果樹，然而根據其原生地與開花時期之表現，其推測金柑花芽可能具有某種程度之休眠性(賴，2005)。

Lang 等(1987) 依芽體休眠形式將休眠分為三類：

- 1.側生性休眠(Paradormancy，亦作相關性休眠)：由生長素與其他訊號所調控，被認為與頂芽優勢抑制側芽生長相關之休眠。
- 2.生態休眠(Ecodormancy)：避免芽體在惡劣的環境休眠，再重新獲得誘導生長的情況下會出現立即生長之情形。

3. 内生休眠(Endodormancy)：秋天因短日照而造成芽體生長停止如白楊、蘋果等植物，並造成植物生長速度緩慢。

植物需要一段時間的低溫或乾旱刺激，以解除休眠，並讓芽體回復至生長的狀態。環境中的訊號，誘導植物體內生休眠與調控春化作用與開花的機制，具相似性，兩者的調控過程中，訊號的傳遞機制也許是共有的。目前有兩個基因家族會改變内生休眠，一組為 *FT* 基因，另一組則為和 *FT* 極具相關性的 *CENTROR-ADIALIS (CEN)*。以直接或間接過度表現，而使白楊在誘導内生休眠的短日環境下，仍無法休眠(Horvath, 2009)。

金柑於四月底抽梢並進行梢發育於六月停梢，而當五月二十二日至六月二日花芽形成時期內，金柑葉片內 *CiFT* mRNA 濃度快速增加至六月初達最高峰，八月則快速減少，此現象與分類上屬於落葉喬木之白楊情形相同。莖部組織內雖測得 *CiFT* mRNA 增加，但量遠低於葉片。此結果顯示 *CiFT* 同源染色體在葉表現量增加而誘導花芽形成。對照溫州蜜柑自九月一日起，體內的 *CiFT* mRNA 量增加至隔年一月減少。秋冬二季低溫誘導溫州蜜柑花芽分花之表現，與金柑誘導開花時間與 *CiFT* 同源染色體之表現皆相異(Nishikawa et al., 2007；2009；2011)。

在六月四日金柑莖部組織內的 *CsLFY* mRNA 量仍維持低濃度，在六月十一日後在雄蕊與雌蕊快速發育期，*CsLFY* 轉錄作用則呈現增加之趨勢。Nishikawa 等(2009)認為 *CsLFY* 對花器發育扮演重要角色，與花芽誘導之關聯性較低。春夏二季之金柑莖組織內 *CsAPI* mRNA 濃度高於秋冬二季，此模式與枳殼相似，枳殼與金柑皆在夏季進行花芽發育，此階段由 *CsAPI* 所控制。金柑與枳殼的 *CsTFL* 同一類，為抑制柑橘開花的基因。夏季為枳殼與金柑花芽分化之季節，金柑與枳殼莖部內 *CsTFL* mRNA 的濃度則偏低(Nishikawa et al., 2009；2011)。上述實驗闡述金柑之花芽誘導始於夏季，葉片內之 *CiFT* 與 *CsLFY* 基因作用而產生花芽分化，並誘導 *CsAPI* 基因作用而進一步進行花器之發育，待花器發育完成後隨即開花，證實金柑花芽無休眠性，同時 Davenport (1990)也主張柑橘葉片與莖部確實為感應外界刺激並誘導開花的部位。

依照田中三郎教授的分類在 Tanaka Line (III)位於中國大陸內側，金柑與枳殼具有溫帶果樹之特性自遺傳與分子生物學的角度，金柑與枳殼花芽分化模式與落葉性喬木白楊相似(賴，2004；Davenport, 1990；Nishikawa et al., 2007；2009；2011)，



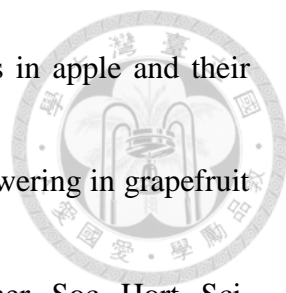
再次證實低溫確實對金柑花芽分化與開花確實無誘導性。

目前激勃素與開花相關基因如何協調而調控柑橘屬植物開花之機制與 *CO* 基因及其似 *CO* 基因家族如何在開花時期內運作仍未明朗(Mutasa-Göttgens and Hedden, 2009 ; Dornelas et al., 2007)。金柑花芽形成之臨界溫度為 25°C，希望對未來以柑橘與金柑為對象，並進行開花基因與內生荷爾蒙之研究時，能有所助益。

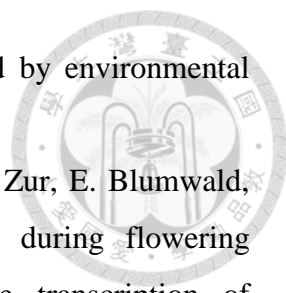
## 參考文獻

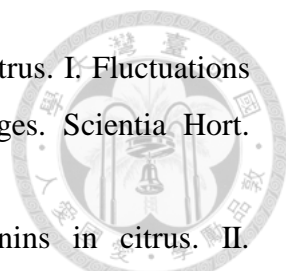


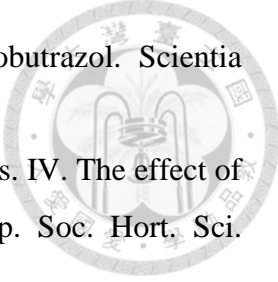
- 李國明. 1997. 金柑果實採收適期及其催色與貯藏試驗. 花蓮區農業改良場研究彙報 13:35-43.
- 李國明. 2001. 宜蘭地區金柑病毒現況及因應對策. 花蓮區農業專訊 35:20-23.
- 莊月雀. 2004. 台灣產柑橘類果實機能性成分之研究. 中興大學食科系碩士論文.
- 陳如茵、黃志平、蔡美珠. 2001. 金柑果皮萃取物對心血管疾病相關發炎生化指標的影響. 台灣農業化學與食品科學 48:112-119.
- 黃桂香、何靜. 2006. 金柑優質高效栽培. p. 1-10. 金盾出版社. 北京.
- 張允瓊. 2014. 金柑生育特性及花期調節之研究. 臺大園藝系博士論文.
- 張育森. 1986. 柑桔之開花生理. 中國園藝 32:71-84.
- 廖國英、徐信次、吳啟智、郭長生、李金龍、林金和. 1999. 台灣的小果柑橘. 中國園藝 45:37-41.
- 賴怡婷. 2005. 強剪與溫度對四季橘花芽形成與開花之影響. 臺大學園藝系碩士論文.
- 劉邦基. 1982. 檸檬產期調節 I. 以乾旱和藥劑處理法提高 Eureka 檸檬冬花數量之研究. 台灣省台中區農業改良場特刊 1:65-75.
- 黎繼烈、張慧、王衛、李忠海. 2008. 金橘黃酮抑菌作用研究. 食品與機械 24:38-41.
- Abbott, C.E. 1935. Blossom-bud differentiation in citrus trees. Amer. J. Bot. 22:476-485.
- Ali, A. and R.A. Fletcher. 1970. Hormonal regulation of apical dominance in soybeans. Can. J. Bot. 48:1989-1994.
- Ali, A.G. and C.J. Lovatt. 1995. Relationship of polyamines to low-temperature stress-induced flowering of the 'Washington' navel orange. J. Hort. Sci. 70:491-498.
- Ben-Gad, D.Y. and A. Altman, and S.P. Monselise. 1979. Interrelationships of vegetative growth and assimilate distribution of *Citrus limetoides* seedling in response to root-applied GA<sub>3</sub> and SADH. Can. J. Bot. 57:484-490.
- Bernier, G. 1988. The control of floral evocation and morphogenesis. Annu. Rev. Plant Physiol. 39:175-219.

- 
- Biasi, R., N. Bagni, and G. Costa. 1988. Endogenous polyamines in apple and their relationship to fruit growth. *Physiol. Plant.* 73:201-205.
- Bustan, A. and E.E. Goldschmidt. 1998. Estimating the cost of flowering in grapefruit tree. *Plant, cell and Environ.* 21:217-224.
- Cameron, S.H. 1932. Starch in the young orange tree. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 29:110-114.
- Carmi, A. and J. van Staden. 1983. Role of roots in regulating the growth rate and cytokinin content of leaves. *Plant Physiol.* 73:76-78.
- Cassin, J., B. Bourdeaut, F. Fogue, V. Furin, J.P. Gaillard, J. Le Bourdelles, C. Montigut, and C. Monevil. 1969. The influence of climate upon the blooming of citrus in tropical areas. 1<sup>st</sup> Int. Citrus Symp. 1:315-323.
- Chaikiattiyos, S., C.M. Menzel, and T.S. Rasmussen. 1994. Floral induction in tropical fruit trees: Effects of temperature and water supply. *J. Hort. Sci.* 69:397-415.
- Chen, C.M. and B. Petschow. 1978. Cytokinin biosynthesis in cultured rootless tobacco plants. *Plant Physiol.* 62:861-865.
- Chica, E.J. and L.G. Albrigo. 2013. Changes in *CsFT* transcript abundance at the onset of low temperature floral induction in sweet orange. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 138:184-189.
- Choi, H.S. 2005. Characteristic odor components of kumquat (*Fortunella japonica* Swingle) peel oil. *J. Agric. Food Chem.* 53:1642-1647.
- Coggins, C.W., Jr., H.Z. Hield, and M. Garber. 1960. The influence of potassium gibberellate on 'Valencia' orange trees and fruit. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 76:193-198.
- Cohen, A. 1981. Recent developments in girdling of citrus trees. *Proc. Int. Soc. Citriculture* 1:196-199.
- Couee, I., I. Hummel, C. Sulmon, G. Gouesbet, and A.E. Amrani. 2004. Involvement of polyamines in root development. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture.* 76:1-10.
- Davenport, T.L. 1983a. Importance of iron to plants grown in alkaline soils. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 96: 188-192.
- Davenport, T.L. 1983b. Daminozide and gibberellin effects on floral induction of

- Citrus latifolia*. HortScience 18:947-949.
- Davenport, T.L. 1990. Citrus flowering. Hort. Rev. 12:349-408.
- Davis, F.S. and L.G. Albrigo. 1994. Citrus. CABI Press UK. p. 52-70.
- Delgado, R., R. Casamayor, J.L. Rodriguez, P. Cruz, and R. Fajardo. 1986. Paclobutrazol effects on oranges under tropical conditions. Acta. Hort. 179:537-543.
- Dornelas, M.C., R.L.B. Camargo, L.H.M. Figueiredo, and M.A. Takita. 2007. A genetic framework for flowering- time pathways in *Citrus* spp. Genetics and Molecular Bio. 30:769-779.
- Erner, Y., R. Goren, and S.P. Monselise. 1976. The rough fruit condition of the 'Shamouti' orange connections with the endogenous hormonal balance. J. Hort. Sci. 51:367-374.
- Fishler, M., E.E. Goldschmidt, and S.P. Monselise. 1983. Leaf area and fruit size on girdled grapefruit branches. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108:218-221.
- Furr, J.R., W.C. Copper, and P.C. Reece. 1947. An investigation of flower formation in adult and juvenile citrus trees. Amer. J. Bot. 34:1-8.
- Galliani, S., S.P. Monselise, and R. Goren. 1975. Improving fruit size and breaking alternate bearing in 'Wilking' mandarin by ethephon and other agents. HortScience 10:68-69.
- García-Luís, A., V. Almela, C. Monerri, M. Agusti, and J.L. Guardiola. 1986. Inhibition of flowering in vivo by existing fruits and applied growth regulators in *Citrus unshiu*. Physiol Plant. 66:515-520.
- García-Luís, A., M. Kanduser, P. Santamarina, and J.L. Guardiola. 1992. Low temperature influence on flowering in citrus. The separation of inductive and bud dormancy releasing effect. Copenhagen. 86:648-652.
- García-Luís, A., M. Kanduser, and J.L. Guardiola. 1995. The influence of fruiting on the bud sprouting and flower induction response to chilling in citrus. J. Hort. Sci. 70:817-825.
- García-Luís, A., F. Fornes, and J.L. Guardiola. 1995. Leaf carbohydrates and flower formation in citrus. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120:222-227.
- Geiger, D.R. 1976. Effects of translocation and assimilate demand in photosynthesis. Can. J. Bot. 54:2337-2345.

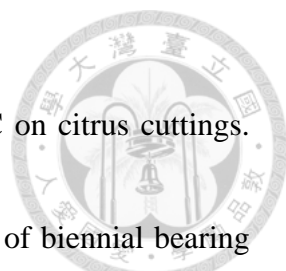
- 
- Girton, R.E. 1927. The growth of citrus seedlings as influenced by environmental factors. *Univ. Calif. Pub. Agri. Sci.* 5:83-117.
- Goldberg-Moeller, R., L. Shalom, L. Shlizerman, S. Samuels, N. Zur, E. Blumwald, and A. Sadka. 2013. Effect of gibberellin treatment during flowering induction period on global gene expression and the transcription of flowering-control gene in citrus buds. *Plant Sci.* 198:46-57.
- Goldschmidt, E.E. 1968. The auxin induced curvature of citrus petals. *Plant Physiol.* 43:1973-1977.
- Goldschmidt, E.E. 1976. Endogenous growth substances of citrus tissue. *HortScience* 11:95-99.
- Goldschmidt, E.E., N. Aschkenazi, Y. Herzano, A.A. Schaffer, and S.P. Monselise. 1985. A role for carbohydrate levels in the control of flowering in citrus. *Scientia Hort.* 26:159-166.
- 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.
- Goldschmidt, E.E. and S.P. Monselise. 1968a. Native growth inhibitors from citrus shoots, partition, bioassay and characterization. *Plant Physiol.* 43:113-116.
- Goldschmidt, E.E. and S.P. Monselise. 1968b. Extraction of auxin and of other growth regulators from citrus stems by centrifugal force. *Physiol. Plant.* 21:754-758.
- Goldschmidt, E.E. and S.P. Monselise. 1972. Hormonal control of flowering in citrus and some other woody perennials. In: D.J. Carr (ed.). *Plant Growth Substances 1970*. Spring Verlag, NY. p. 758-766.
- Goldschmidt, E.E., S.P. Monselise, and R. Goren. 1971. On the identification of native auxins in citrus tissues. *Can. J. Bot.* 49:241-245.
- Goren, R. and E.E. Goldschmidt. 1970. Regulative systems in the developing citrus fruit. I. The hormonal balance in orange fruit tissues. *Physiol. Plant.* 23:937-947.
- Guardiola, J.L., C. Monerri, and M. Agusti. 1982. The inhibitory effect of gibberellic acid on flowering in citrus. *Physiol. Plant.* 55:136-142.
- Hall, A. E., M.M.A. Khairi, and C.W. Asbell. 1977. Air and soil temperature effects on flowering of citrus. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102:261-263.

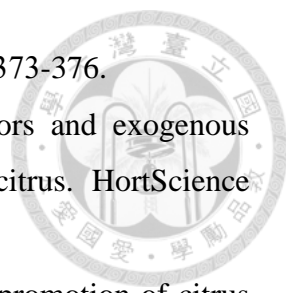
- 
- Hendry, N.S., J. van Staden, and P. Allan. 1982a. Cytokinins in citrus. I. Fluctuations in the leaves during seasonal and developmental changes. *Scientia Hort.* 16:9-16.
- Hendry, N.S., J. van Staden, and P. Allan. 1982b. Cytokinins in citrus. II. Fluctuations growth in juvenile and adult plant. *Scientia Hort.* 17:247-256.
- Hewett, E.W. and P.F. Wareing. 1973. Cytokinins in *Populus × robusta*: changes during chilling and bud burst. *Physiol. Plant.* 28:393-399.
- Hield, H.Z., C.W. Coggins, and L.N. Lewis. 1966. Temperature influence on flowering of grapefruit seedlings. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 89:175-181.
- Hilgeman, R.H., J.A. Dunlap, and G.C. Sharples. 1976. Effect of time of harvest of ‘Valencia’ oranges on leaf carbohydrate content and subsequent fruit set. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 90:110-116.
- Horvath, D. 2009. Common mechanisms regulate flowering and dormancy. *Plant Sci.* 177:523-531.
- Imaizumi, T. and S.A. Kay. 2006. Erratum: Photoperiodic control of flowering: not only by coincidence. *Trends in Plant Sci.* 11:550-558.
- Itai, C., A. Ben-Zion, and L. Ordin. 1973. Correlative changes in endogenous hormone levels and shoot growth induced by short heat treatments to the root. *Physiol. Plant.* 29:355-360.
- Itai, C. and Y. Vaadia. 1965. Kinetin-like activity in root exudate of water stressed sunflower plants. *Physiol. Plant.* 18:941-944.
- Itai, C. and Y. Vaadia. 1971. Cytokinin activity in water stressed shoots. *Plant Physiol.* 47:87-90.
- Iwasaki, N., K. Hayasaki, and S. Tanaka. 2000. Effect of water stress on flowering of ‘Meiwa’ Kumquat trees. *Environ. Control in Biol.* 38:105-109.
- Iwasaki, N. and T. Yamaguchi. 2004. Flowering and yield of ‘Meiwa’ kumquat trees are affected by duration of water stress. *Environ. Control in Biol.* 42:241-245.
- Iwahori, S. 1978. Use of growth regulators in the control of cropping of mandarin varieties. *Proc. Int. Soc. Citriculture.* 1:263-270.
- Iwahori, S. and J.T. Oohata. 1981. Control of flowering of satsuma mandarins [*Citrus unshiu* Marc.] with gibberellin. *Proc. Int. Soc. Citriculture.* 1:247-249.
- Iwahori, S. and S. Tominaga. 1986. Increase in first-flush flowering on ‘Meiwa’

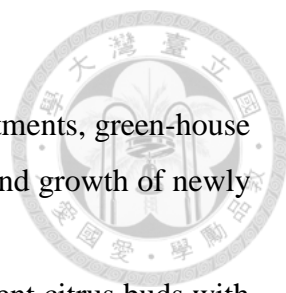
- 
- kumquat, *Fortunella crassifolia* Swingle, trees by paclobutrazol. *Scientia Hort.* 28:347-353.
- Iwasaki, T. 1961. Studies on the control of alternate bearing in citrus. IV. The effect of fruit thinning on the control of alternate bearing. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.* 30:103-110.
- Iwasaki, T. and A. Owada. 1960. Studies of the control of alternate bearing II. The effect of environmental conditions during winter on the number of flowers and growth of shoots. *J. Hort. Jap.* 29:37-46.
- Jacob, W.P. 1968. Hormonal regulation of leaf abscission. *Plant Physiol.* 43:1480-1495.
- Jones, W.W., C.W. Coggins, Jr., and T.W. Embleton. 1976. Endogenous abscisic acid in relation to bud growth in alternate bearing 'Valencia' orange. *Plant Physiol.* 58:681-662.
- Jones, W.W. and C.B. Cree. 1954. Effect of time of harvest on yield, size and grade of 'Valencia' oranges. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 64:139-145.
- Jones, W.W. and C.B. Cree. 1965. Environmental factors related to fruiting of 'Washington' navel oranges over 38-year period. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 85:267-271.
- Jones, W.W., T.W. Embleton, C.W. Coggins Jr. 1975. Starch content of roots of 'Kinnow' mandarin trees bearing fruit in alternate years. *HortScience* 10:514.
- Jones, W.W., T.W. Embleton, E.L. Barnhart, and C.B. Cree. 1974. Effect of time and amount of fruit thinning on leaf carbohydrates and fruit set in 'Valencia' oranges. *Hilgardia* 42:441-449.
- Jones, W.W., and M.L. Steinacker. 1951. Seasonal changes in concentration of sugar and starch in leaves and twigs of citrus trees. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 58:1-4.
- Jones, W.W., T.W. Embleton, M.L. Steinacker, and C.B. Cree. 1970. Carbohydrates and fruiting of 'Valencia' orange trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95:380-381.
- Kessler, B., R. Bak, and A. Cohen. 1959. Flowering in fruit trees and annual plants as affected by purines, pyrimidines and triiodobenzoic acid. *Plant Physiol.* 34:605-608.
- Khalifah, R.A., L.N. Lewis, and C.W. Coggins, Jr. 1965. Isolation and properties of

- gibberellin-like substances from citrus fruits. *Plant Physiol.* 40:441-445.
- Khalifah, R.A. and L.N. Lewis. 1966. Cytokinins in citrus: isolation of cell division factor from lemon seeds. *Nature* 212:1472-1473.
- Kojima. K. 1996. Change of abscisic acid, indole-3-acetic acid and gibberellin-like substance in the flowers and developing fruitlets of citrus cultivar 'Hyuganats'. *Scientia Hort.* 65:263-272.
- Krajewski, A.J. and E. Rabe. 1995. Citrus flowering: a critical evaluation. *J. Hort. Sci.* 70:357-374.
- Koshita, Y., T. Takahara, T. Ogata, and A. Goto. 1999. Involvement of endogenous plant hormones (IAA, ABA, GAs) in leaves and flower bud formation of satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). *Scientia Hort.* 79:185-194.
- Koyasako, A. and R.A. Bernhard. 1983. Volatile constituents of the essential oil of kumquat. *J. Food Sci.* 48:1807-1812.
- Kushad, M.M. and A.R. Orvos. 1990. Relative changes in polyamines during citrus flowering development. *HortScience* 25: 946-948.
- Lang, G.A., J.D. Early, N.J. Arroyave, R.L. Darnell, G.C. Martin, and G.W. Stutte. 1985. Dormancy: toward a reduced, universal terminology. *HortScience* 20:809-812.
- Lang, G.A., J.D. Early, G.C. Martin, R.L. Darnell. 1987. Endodormancy, paradormancy, and ecodormancy – physiological terminology and classification for dormancy research. *Hortscience* 22:371-377.
- Lai, Y.T., Y.H. Lin, and I.Z. Chen 2008b. The influence of flower bud induction response to temperature in kumquat (*Fortunella margarita* Swingle) and calamondin (*Citrus microcarpa* Bunge). AHC 2008 The First Asian Horticultural Congress, Jeju, Korea. Program & Abstract p.48.
- Lai, Y.T., Y.H. Lin, and I.Z. Chen. 2010. Heavy pruning effects on flower buds formation of *Citrus microcarpa* Bunge and *Fortunella margarita* Swing. 28<sup>th</sup> International Horticultural Congress Abstract Volume I p.139.
- Lenz, F. 1964. Day length and temperature effect on citrus cuttings. *Aust. Hort. Res. Newsletter* 11:27-28.
- Lenz, F. 1969. Effects of day length and temperature on the vegetative and reproductive growth in 'Washington' Navel orange. *Proc. 1<sup>st</sup> Intl. Citrus*

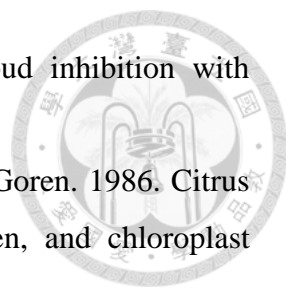


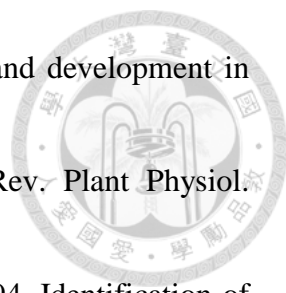
- 
- Symp., Riverside 1:333-338.
- Lenz, F. and A. Karnatz. 1975. The effect of GA<sub>3</sub>, alar and CCC on citrus cuttings. Acta. Hort. 49:147-155.
- Lewis, I.N., C.W. Coggins, Jr., and H.Z. Hield. 1964. The effects of biennial bearing and NAA on the carbohydrate and nitrogen composition of 'Wilking' mandarin leaves. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 84:147-151.
- Li, H.C., Y.C. Hu, Y. Kung, and C. Tang. 1980. Studies on alternate bearing of sweet orange: flower bud differentiation and physiological metabolism. Acta. Hort. 7:17-24.
- Liebig, G.F. and H.D. Chapman. 1963. The effect of variable root temperatures on the behavior of young navel orange trees in a greenhouse. Proc. Amer. Soc. Sci. 82:204-209.
- Lord, E.M., K.J. Eckard. 1987. Shoot development in *Citrus sinensis* L. [Washington navel orange]. II. Alteration of developmental fate of flowering shoots after GA<sub>3</sub> treatment. Bot. Gaz. 148:17-22.
- Lovatt, C.J., Y. Zheng, and K.D. Hake. 1989. A new look at the Kraus-Kraybill hypothesis and flowering in citrus. Proc. 6<sup>th</sup> Intl. Citrus Congress 1:475-483.
- Lovatt, C.J. and A.H. Cheng. 1990. Comparison of some aspect of nitrogen metabolism of avocado with citrus. Acta. Hort. 275:489-495.
- Matta, M. and S. Tominaga. 1998. Reproductive-vegetative shoot growth interaction and relationship to non-structural carbohydrates in immature ponkan mandrain (*Citrus reticulata* Blanco). J. Hort. Sci. Biotechnol. 73:189-194.
- Monselise, S.P. 1979. The use of growth regulators in citriculture; a review. Scientia Hort. 11:151-162.
- Monselise, S.P. 1985. Citrus and related species. In: A.H. Halevy, [ed.]. CRC Handbook of flowering Vol. 2. p. 275-294.
- Monselise, S.P., P. Brosh, and J. Costo. 1981. Off-season bloom in 'Temple' orange repressed by gibberellin. HortScience 16:786.
- Monselise, S.P. and E.E. Goldschmidt. 1982. Alternate bearing in fruit trees. Hort. Rev. 4:128-173.
- Monselise, S.P., E.E. Goldschmidt., A. Golomb, and R. Rolf. 1983. Alternate bearing in citrus: long-term effects of a single girdling treatment on individual

- 
- 'Michal' tangerine branches. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108:373-376.
- Monselise, S.P. and R. Goren. 1978. The role of internal factors and exogenous control in flowering, peel growth, and abscission in citrus. HortScience 13:134-139.
- Monselise, S.P. and A.H. Halevy. 1964. Chemical inhibition and promotion of citrus flower bud induction. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 84:141-146.
- Monselise, S.P. and M. Huberman. 1973. Comparison of protein fractions of citrus buds during flower formation or its inhibition by gibberellin. Scientia Hort. 1:171-176.
- Monselise, S.P. and F. Lenz. 1980. Effect of fruit load on stomatal resistance, specific leaf weight and water content of apple leaves. Gartenbau-wissenschaft 45:188-191.
- Moss, G.I. 1969. Influence of temperature and photoperiod on flower induction and inflorescence development in sweet orange [*Citrus sinensis* L. Osbeck]. J. Hort. Sci. 44:311-320.
- Moss, G.I. 1971. Effect of fruit on flowering in relation to biennial bearing in sweet orange [*Citrus sinensis*]. J. Hort. Sci. 46:177-184.
- Moss, G.I. 1976. Temperature effects on flower inhibition in sweet orange [*Citrus sinensis*]. Austral. J. Agri. Res. 27:399-407.
- Moss, G.I. and J. Bellamy. 1973. The use of gibberellic acid to control flowering of sweet orange. Acta. Hort. 34:207-212.
- Moss, G.I. and W.A. Muirhead. 1971. Climatic and tree factors relating to the yield of orange trees. II. Interaction with cultural and nitrogen fertilizer treatments. Hort. Res. 11:75-83.
- Muñoz-Fambuena, N., C. Mesejo, M.C. González Mas, D.J. Iglesias, E. Premo-Millo, and M. Agusti. 2012. Gibberellic acid reduces flowering intensity in sweet orange [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] by repressing *CiFT* expression. J. Plant Growth Regul. 31: 529-536.
- Mutasa-Göttgens, E. and P. Hedden. 2009. Gibberellin as factor in floral regulatory networks. J. Experi. Bot. 60:1979-1989.
- Nathan, R., A. Altman, and S.P. Monselise. 1984. Changes in activity of polyamine biosynthetic enzymes and in polyamine contents in developing fruit tissues of

- 
- ‘Murcott’ mandarin. *Scientia Hort.* 22:359-364.
- Nauer, E.M., S.B. Boswell, and R.C. Holmes. 1979. Chemical treatments, green-house temperature, and supplemental day lengths effect forcing and growth of newly budded orange trees. *HortScience* 14:229-231.
- Nauer, E.M. and S.B. Boswell. 1981. Stimulating growth of quiescent citrus buds with 6-benzylamino purine. *HortScience* 16:162-163.
- Nebauer, S.G., C. Avila, A. García-Luís, and J.L. Guardiola. 2006. Seasonal variation in the competence of the bud of three cultivars from different citrus species to flower. *Trees* 20:507-514.
- Nir, I., R. Goren, and B. Leshem. 1972. Effect of water stress, gibberellic acid and 2-chloroethyl triethylammonium chloride (CCC) on flower differentiation in ‘Eureka’ lemon trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97:774-778.
- Nishikawa, F., E. Tomoko, T. Shimada, H. Fujii, T. Shimizu, M. Omura and Y. Ikoma. 2007. Increased *CiFT* abundance in the stem correlates with floral induction by temperature in Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). *J. Exp. Bot.* 58:3915-3927.
- Nishikawa, F., E. Tomoko, and T. Shimada. 2009. Difference in seasonal expression of flowering genes between deciduous trifoliolate orange and evergreen satsuma mandarin. *Tree Physiol.* 29:921-926.
- Nishikawa, F., M. Iwasaki, H. Fukamachi, K. Nonaka, A. Imai, and T. Endo. 2011. Seasonal change of citrus flowering locus T gene expression in kumquat. *Bull. Natl. Inst. Fruit Tree Sci.* 12:27-32.
- Ohgaki, C., K. Fujita, and H. Ito. 1963. Investigations on the cause and control of alternate bearing in *Citrus unshiu* orange trees. IV. Nitrogen and carbo-hydrate contents in the shoots as related to blossoming and fruiting. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.* 32:157-167.
- Oslund, C.R. and T.L. Davenport. 1987. Seasonal enhancement of flower development in ‘Tahiti’ limes by marcottage. *HortScience* 22:498-501.
- Pengelly, W.L. and J.G. Torrey. 1982. The relationship between growth and indole-3-acetic acid content of roots of *Pisum sativum* L. *Bot. Gaz.* 143:195-200.
- Pharis, R.P. and R.W. King. 1985. Gibberellins and reproductive development in seed

- plants. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 36:517-568.
- Piringer, A.A., R.J. Downs, and H.A. Borthwick. 1961. Effects of photoperiod and kind of supplemental light on the growth of three species of citrus and *Poncirus trifoliata*. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 77:202-210.
- Poling, S.M. and V.P. Maier. 1988. Identification of gibberellins in navel oranges. *Plant Physiol.* 88:639-670.
- Rabe, E. and C.J. Lovatt. 1984. De novo arginine biosynthesis in leaves of phosphorus deficient Citrus and *Poncirus* species. *Plant Physiol.* 76:747-752.
- Rabe, E. and C.J. Lovatt. 1986a. Increased arginine biosynthesis during phosphorus deficiency. A response to the increased ammonia content of leaves. *Plant Physiol.* 81:774-779.
- Rabe, E. and C.J. Lovatt. 1986b. Relative phosphorus dependency of citrus root-stocks is reflected in leaf nitrogen metabolism. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111:922-926.
- Rabe, E. 1994. Yield benefits associated with pre-blossom low-biuret urea sprays on *Citrus spp.* *J. Hort. Sci.* 69:495-500.
- Ramina, A., W.P. Hackett, and R.M. Sachs. 1979. Flowering in Bougainvillea—function of assimilate supply and nutrient diversion. *Plant Physiol.* 64:810-813.
- Reuther, W., and D. Rios-Castaño. 1969. Comparison of growth, maturation and composition of citrus fruits in subtropical California and tropical Columbia. *Proc. 1<sup>st</sup> Intl. Citrus Symp., Riverside* 1:277-300.
- Sachs, R.M. 1977. Nutrient diversion: a hypothesis to explain the chemical control of flowering. *HortScience* 12:220-222.
- Sachs, R. and K.V. Thimann. 1967. The role of auxins and cytokinins in the release of bud from dominance. *Amer. J. Bot.* 54:136-144.
- Sagee, O. and C. J. Lovatt. 1991. Putrescine content parallels ammonia and arginine metabolism in developing flowering of the 'Washington' navel orange. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116:280-285.
- Saidha, T., E.E. Goldschmidt, and S.P. Monselise. 1983. Endogenous growth regulators in tracheal sap of citrus. *HortScience* 18:231-232.
- Saidha, T., E.E. Goldschmidt, and S.P. Monselise. 1985. Endogenous cytokinins from developing 'Shamouti' orange fruits derived from leafy and leafless inflorescences. *Scientia Hort.* 26:35-41.

- 
- Schaeffer, G.W. and F.T. Sharpe. 1969. Release of axillary bud inhibition with benzyladenine in tobacco. *Bot. Gaz.* 130:107-110.
- Schaffer, A.A., K-C. Liu, E.E. Goldschmidt, C.D. Boyer, and R. Goren. 1986. Citrus leaf chlorosis induced by sink removal: starch, nitrogen, and chloroplast ultrastructure. *J. Plant Physiol.* 124:111-121.
- Sharpels, G.C. and L. Burkhart. 1954. Seasonal changes in carbohydrates in 'Marsh' grapefruit tree in Arizona. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 63:74-80.
- Shimizu, T., H. Torikata, and S. Torii. 1978. Studies on the effect of crop load on the composition of satsuma mandarin trees. V. Analysis of production processes of bearing and non-bearing trees based on the carbohydrate economy. *J. Japan. Hort. Sci.* 46:465-478.
- Short, K.C. and J.G. Torrey. 1972. Cytokinins in seedling roots of pea. *Plant Physiol.* 49:155-160.
- Skene, K.G.M. 1975. Cytokinin production by roots as a factor in the control of plant growth. In: J.G. Torrey and D.T. Clarkson (eds.). *The development and function of roots.* Academic Press, New York. p. 365-369.
- Skene, K.G.M. and G.H. Kerridge. 1967. Effect of root temperature on cytokinin activity in root exudate of *Vitis vinifera*. *Plant Physiol.* 42: 1131-1139.
- Smith, P.F. 1976. Collapse of 'Murcott' tangerine trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 101:23-25.
- Smith, T.A. 1985. Polyamines. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 36:117-143.
- 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.
- Southwick, S.M. and T.L. Davenport. 1987. Modification of the water stress-induced floral response in 'Tahiti' lime. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112:231-236.
- Stathakopoulos, N.P. and L.C. Erickson. 1967. The effect of temperature on bud break *Poncirus trifoliata* [L.] Raf. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 89: 222-227.
- Stewart, I., T.A. Wheaton, and R.L. Reese. 1968. 'Murcott' collapse due to nutritional deficiencies. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 81:15-18.
- Talón, M., P. Hedden, and E. Primo-Millo. 1990. Gibberellins in *Citrus sinensis*: A comparison between seeded and seedless varieties. *J. Plant Growth Regul.* 9:201-206.

- 
- Tan, F. C. and S. M. Swain. 2006. Genetic of flower initiation and development in annual and perennial plant. *Physiol. Planta.* 128:8-17.
- Torrey, J.G. 1976. Root hormones and plant growth. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 27:435-459.
- Umano, K., Y. Hagi, T. Tamura, A. Shoji, and T. Shibamoto. 1994. Identification of volatile compounds isolated from round kumquat (*Fortunella japonica* Swingle). *J. Agric. Food Chem.* 42:1888-1890.
- Valiente, J.I. and L.G. Albrigo. 2004. Flower bud induction of sweet orange trees [*Citrus sinensis*(L.) Osbeck]: Effect of low temperatures, crop load, and bud age. *J. Amer. Soc. Hort. Soc.* 129:158-164.
- van Staden, J. and J.E. Davey. 1979. The synthesis transport and metabolism of endogenous cytokinins. *Plant Cell Environ.* 2:93-106.
- Weiler, E.W. 1984. Immunoassay of plant growth regulators. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 35:85-95.
- Wightman, F., E.A. Schneider, and K.V. Thimann. 1980. Hormonal factors controlling the initiation and development of lateral roots. II. Effects of exogenous growth factors on lateral root formation in pea roots. *Physiol. Plant.* 49:304-314.
- Winer, L. and A. Apelbaum. 1986. Involvement of polyamines in the development and ripening of avocado fruits. *J. Plant Physiol.* 126:223-233.
- Yang, L., C.J. Xu, G.B. Hu and K.S. Chen. 2006. Direct shoot organogenesis and plant regeneration in *Fortunella crassifolia*. *Biologia Plantrum* 50:729-723.
- Yelenosky, G. and C.I. Guy. 1977. Carbohydrate accumulation in leaves and stems of 'Valencia' orange at progressively colder temperatures. *Bot. Gaz.* 138:13-17.
- Yoshida, T., H. Nesumi, T. Yoshida, H. Ieki, Y. Ito, M. Nakano, I. Ueno, Y. Yamada, S. Murase, and F. Takishita. 2003. New kumquat cultivar 'Pushimaru'. *Bull. Natl. Inst. Fruit Tree Sci.* 2:9-16.
- Young, R.H. 1969. Cold hardening in citrus seedling as related to artificial hardening conditions. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 94:612-614.
- Young, R.H. and W.C. Copper. 1969. Effect of cycocel and abscisic acid on bud growth of 'Red Blush' grapefruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 94:8-10.
- Zobell, O., G. Coupland, and B. Reiss. 2005. The family of CONSTANTS-like genes

in *Physcomitrella patens*. Plant Bio. 7:266-275.

Zucconi, H. and M.J. Bukovac. 1989. Approaches to phytohormone studies on regulation of plant processes: a reassessment. Hort. Rev. 11:1-14.

