



國立臺灣大學生物資源暨農學院園藝暨景觀學系

碩士論文

Department of Horticulture and Landscape Architecture

College of Bioresources and Agriculture

National Taiwan University

Master Thesis

金豆柑盆栽生產技術之研究

Studies of Production Technique of Potted *Fortunella hindsii*

吳少白

Shao-Bai Wu

指導教授：張育森教授、陳右人教授

Advisor: Prof. Yu-Sen Chang, Prof. Iou-Zen Chen

中華民國 108 年 6 月

June, 2019



## 誌謝(Acknowledgement)

能夠達成碩士學位，猶如長期抗戰。從國小以來受到各界的幫助非常多，謹在此一一感謝。首先要感謝張育森和陳右人兩位指導教授，不但提供我研究場地、資源和技術，更能夠包容我這個半工半讀的「進修生」。再來要感謝李金龍和朱玉兩位教授，除了擔任我的口試委員之外，李老師在研究的過程當中給了我非常多寶貴的意見，也在專討時給了我許多支持與肯定，朱老師在我大學時期提供實驗室讓我做研究，幫助我完成碩班推甄資料中的實驗。

感謝陳水扁總統，以行動告訴我，努力就能脫離貧賤。有夢最美，希望相隨。

特別感謝蘇澳扶輪社贊助試驗經費新台幣 12 萬元，推薦人吳枝坤校長，大大減輕我籌措學雜費的負擔，讓我有幸能夠攻讀學位。

碩班的三年當中，特別感謝羅筱鳳老師在課業上大力協助。感謝佩君、侑馨和文綺學姊，小侯、培玫和陳雋學長協助論文的研究和撰寫，韶妤、允慧、欣郁、吟箏和羽飛學姊教導我花卉館的大小事。感謝幸珊代購高級植生課本，伯彥幫我安裝電腦程式，有堂教我寫作業，奕德不只幫我印報告還常常陪我玩，紹博替我處理許多花卉館的大小事還給我考試參考資料。感謝欽仁大哥分享許多商品行銷的概念，旋駢幫忙安排口試相關事宜。還要特別感謝幫忙澆水施肥的孫淑芳大姊，引導我順利畢業的饒麥玲大姊。感謝金胤羽さん教我看懂昭和時代的日本語。

能夠順利推薦上碩班，最要感謝陳泓壑學長細心教導我許多園藝技術，再來是周志東學長陪考和帶我認識校園。非常感謝宜大陳素瓊老師特別印台大報名表給我，鄔家琪老師鼓勵我去增廣見聞，黃志偉老師給我正確的研究觀念和強調園藝的實用價值，張允瓊老師為我寫推薦信，洪若英老師把我日文教得那麼好，林學宜老師跟我分享追求好生活的概念。蘇澳全家福照相館協助線上註冊登記。

中小學時期，感謝黃裕盛教官特別照顧我，蘇澳國中余杰儒老師嚴格要求我的成績且經營極優的讀書風氣，陳新遠、曹素玲老師佻儷除了教導我正確的理化生物觀念還讓我學會明辨是非。蘇澳國小吳秀蓮老師嚴格要求我的成績也積極引導我學習樂觀，鐘文立老師送我的金豆柑小樹苗成為本研究的試驗主角，陳玉梅老師、簡錦峰老師時常在我心情不好時陪我聊天。

感謝許多無形界的朋友，感謝台大伯公亭福德正神、夫人及虎爺公守護我的試驗植物和開示檸檬扦插技術，南方澳南天宮媽祖娘娘及諸部將、宜蘭新民堂光耀大帝及諸部將和蘇澳晉安宮法主真君及諸部將保庇健康平安，蘇澳靈糧堂主耶穌和聖母瑪利亞賜給我許多新學生，貼補家用讓我喜樂可以滿足。

還有許多家人，感謝乾媽(林佳靜教授)教導口試的技巧，二姨(潘惠蘭)、姨丈(鍾聖志)打點我在台北的生活還請我吃宵夜，阿嬤(潘吳絹子)常常接送我也常常偷塞錢給我當生活費，感謝阿嬤家的家神天官大帝、祖靈、我家的家神觀音佛祖保庇。特別要感謝我家的神蛙妙音祖師，可以說改變了我的人生，教導我勤奮讀書、賜給我音樂天才、巧妙的安排我的生活、並且降旨決定我的論文主題，使我經歷許多不可能中的可能，在忙碌又混亂的生活當中，半工半讀順利取得碩士學位。最後要最感謝獨力扶養我長大的媽媽，不管再窮，借錢也要買書給我看，每天打理我的生活起居，也是我工作時的優良助教，我的謝意無法用更多文字表達，只希望讓媽媽接下來能過好日子。

版面有限，該感謝的人太多，如有遺漏，深感抱歉!

著者 吳少白 2019 年，歲次己亥，7 月 26 日 鞠躬



## 摘要

本研究以探討砧木種類對金豆柑(*Fortunella hindsii* Swingle)生長特性的影響；開發一個可以與人互動的果物盆栽；研究金豆柑接穗生產和優良砧木繁殖的方法；並觀察金豆柑實生苗幼樹開花現象並挑選出優秀的新品系，提供更加優質的盆栽材料做使用等。多個面向去研究金豆柑的生長特性與利用方式。

使用酸桔(*Citrus sunki* Hort.)、枳橙(*Citrus sinensis* Osbeck × *Poncirus trifoliata* Raf.)、枳柚(*Citrus x paradisi* Macf. × *Poncirus trifoliata* Raf.)、枳(*Poncirus trifoliata* Raf.)、檸檬(*Citrus limon* Burm)、柳丁(*Citrus sinensis* Osbeck)、蜜柚(*Citrus x paradisi* Macf.)、西施柚(*Citrus grandis* Osbeck or *C. maxima* Merr)、虎頭柑(*Citrus kotokan* Hayata)、茂谷柑(*Citrus reticulata* Blanco × *Citrus sinensis* Osbeck)、椪柑(*Citrus reticulata* Blanco)、四季桔(*Citrus madurensis* Lour or *Citrofortunella x microcarpa* Bge.)等 12 種中苗與當年實生小苗，以切接法進行嫁接。結果發現依據可利用性評分，三寸盆使用的砧木第一推薦檸檬(種子少，可使用扦插苗)，第二是蜜柚雙株，第三是蜜柚，第四是柳丁。五寸盆使用的砧木第一推薦蜜柚，第二是酸桔(易取得，但必須種植兩年)，第三是枳橙，第四是柳丁。西施柚和四季桔適合做大盆栽和庭木的生產使用。虎頭柑則可應用於綠籬，使用 22 cm 的嫁接高度最適合從事金豆柑接穗的生產。砧木品種會影響同品系的金豆柑嫁接苗的生長與株型，正如俗語所說：下重肥不如換新櫟(音：へだんぐぶいぶずううなしんぎんぐ)。

利用扦插法繁殖的檸檬與枳橙砧木，能夠使金豆柑接穗開花結果，但目前仍無法達到商品的標準，應該是插穗種植時間不夠所致，有待進一步深入研究。

金豆柑或許是幼年期短，一年生實生苗有 30%開花，二年生實生苗則有 60%開花。始花後即維持成株狀態，並且 41.7%的早生變異株能產生子代。目前從中選拔 7 個優秀個體，可以提供生產更優質的盆栽作生產。

關鍵字：穗砧親和性、實生苗變異、整枝修剪、幼樹開花、嫁接、扦插、砧木

## Abstract

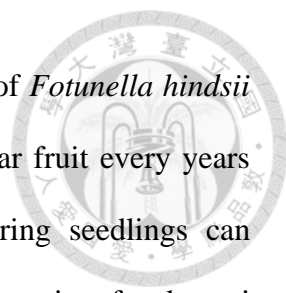


This study is mainly to investigate the effects of rootstock variety on the growth characteristics of *Fortunella hindsii*. Using *Fortunella hindsii* to develop a fruit bonsai that can interact with people. At the same time, we study for the method of scion production and excellent rootstock reproduction, and also observe the precocious flowering of *Fortunella hindsii* seed seedlings and select outstanding new strains for bonsai produce. From multiple aspects to study the growth characteristics and uses of *Fortunella hindsii*.

This study used 12 varieties of stock, including sunki, citrange, citrumelo, trifoliate orange, lemon, sweet orange, grapefruit, pomelo, Hutou Gan, Honey Murcott, mandarin, and calamondin by grafting. For 9-cm bonsai produce, we recommend firstly lemon, secondly double-plant grapefruit, thirdly grapefruit, and fourthly sweet orange. Lemon has few seeds, but can reproduce by cutting. For 15-cm bonsai produce, we recommend firstly grapefruit, secondly sunki, thirdly citrange, and fourthly sweet orange. Sunki rootstocks are easily bought from market, but trees on them should be planted for 2 years. Pomelo and calamondin are suitable for large bonsais and garden trees produce. Hutou Gan can be applied to hedges, and being 22 cm stock is the best suited for *Fortunella hindsii* scion produce. Different rootstocks will effect the same strain of *Fortunella hindsii* on growth and shape. Just likes the Taiwanese proverb that “The right rootstock is more important than heavy fertilization.”(Taiwanese pronunciation is Hei Dang Bui Bu Zu Una Shin Tsang.)

Cutting rootstocks of lemon and citrange can make *Fortunella hindsii* flower and bear fruit, but they can not meet the product standards. Maybe the planting time of cutting stocks was not enough. It should be studied more deeply.

There are about 30% seed seedlings of *Fortunella hindsii* that showed precocious



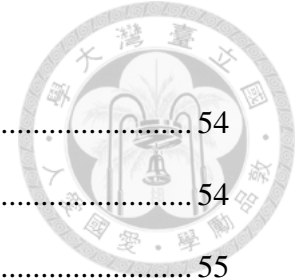
flowering in the first year. And there are about 60% seed seedlings of *Fortunella hindsii* that showed precocious flowering in the second year. They still bear fruit every years after the first flowering, and there are 41.7% precocious flowering seedlings can produce offsprings. At present we selected 7 outstanding new strains for bonsai improvement.

Keywords: compatibility between stock and scion, mutation of seed seedling, pruning, precocious flowering, grafting, cutting, rootstock

## 目錄



誌謝(Acknowledgement) .....	i
摘要 .....	ii
Abstract.....	iii
目錄 .....	v
表目錄 .....	vii
圖目錄 .....	ix
第一章 前言(Introduction).....	1
第二章 前人研究(Literature review).....	3
一、金豆柑的分類和簡介 .....	3
二、小品盆栽 .....	4
三、嫁接的定義 .....	5
四、嫁接法的起源 .....	5
五、嫁接的功能和砧穗間的互動 .....	6
六、嫁接法成敗的關鍵 .....	7
七、本研究使用砧木之簡介 .....	8
八、柑橘類之幼樹開花 .....	11
第三章 砧木品種對金豆柑生長之影響 .....	12
摘要(Abstract).....	12
一、前言(Introduction).....	13
二、材料與方法(Materials and methods) .....	13
三、結果(Results).....	18
四、討論(Discussion).....	23
五、結論(Conclusion).....	26



第四章 修剪方式、盆器大小和砧木長度對金豆柑生長之影響 .....	54
摘要(Abstract).....	54
一、前言(Introduction).....	55
二、材料與方法(Materials and methods) .....	55
三、結果(Results).....	60
四、討論(Discussion).....	64
五、結論(Conclusion).....	66
第五章 檸檬與枳橙適合扦插方式之探討 .....	85
摘要(Abstract).....	85
一、前言(Introduction).....	86
二、材料與方法(Materials and methods) .....	86
三、結果(Results).....	89
四、討論(Discussion).....	90
五、結論(Conclusion).....	91
第六章 金豆柑幼樹開花與新品系之觀察 .....	99
摘要(Abstract).....	99
一、前言(Introduction).....	100
二、材料與方法(Materials and methods) .....	100
三、結果(Results).....	102
四、討論(Discussion).....	103
五、結論(Conclusion).....	104
第七章 結論(Conclusion).....	114
參考文獻(References).....	116
附錄(Appendix).....	122



## 表目錄

表 3.1. 現代商業砧木對金豆柑生殖生長之影響。	27
表 3.2. 現代商業砧木對金豆柑營養生長之影響。	28
表 3.3. 現代商業砧木對金豆柑綜合指標之影響。	29
表 3.4. 古典或業餘砧木對金豆柑生殖生長之影響。	30
表 3.5. 古典或業餘砧木對金豆柑營養生長之影響。	31
表 3.6. 古典或業餘砧木對金豆柑綜合指標之影響。	32
表 3.7. 高接砧木對金豆柑生殖生長之影響。	33
表 3.8. 高接砧木對金豆柑營養生長之影響。	34
表 4.1. 修剪方式和盆器大小對檸檬砧木嫁接金豆柑生殖生長之影響。	67
表 4.2. 修剪方式和盆器大小對檸檬砧木嫁接金豆柑營養生長之影響。	68
表 4.3. 修剪方式和盆器大小對檸檬砧木嫁接金豆柑綜合指標之影響。	68
表 4.4. 修剪方式和盆器大小對柳丁砧木嫁接金豆柑生殖生長之影響。	69
表 4.5. 修剪方式和盆器大小對柳丁砧木嫁接金豆柑營養生長之影響。	70
表 4.6. 修剪方式和盆器大小對柳丁砧木嫁接金豆柑綜合指標之影響。	70
表 4.7. 修剪方式和盆器大小對蜜柚砧木嫁接金豆柑生殖生長之影響。	71
表 4.8. 修剪方式和盆器大小對蜜柚砧木嫁接金豆柑營養生長之影響。	72
表 4.9. 修剪方式和盆器大小對蜜柚砧木嫁接金豆柑綜合指標之影響。	73
表 4.10. 嫁接高度對虎頭柑砧木嫁接金豆柑生產力之影響。	74
表 4.11. 嫁接高度對虎頭柑砧木嫁接金豆柑營養生長之影響。	75
表 5.1. 扦插方式對檸檬和枳橙成插穗活率之影響。	92
表 5.2. 扦插砧木對金豆柑生殖生長之影響。	92
表 5.3. 扦插砧木對金豆柑營養生長之影響。	93
表 6.1. 第一年時金豆柑一年早生變異株與幼株在營養生長的差異。	105






表 6.2. 第一年、第二年和優秀個體的金豆柑一年早生變異株在生長上的差異。  
..... 105

表 6.3. 金豆柑一年早生變異株與二年早生變異株在生殖養生長上的差異。 .. 106

表 6.4. 金豆柑一年早生變異株、二年早生變異株和幼株在營養養生長上的差異。  
..... 107

表 6.5. 金豆柑一年早生變異株、二年早生變異株、幼株和優秀個體所佔的比例。  
..... 107

附錄表 1. 金豆柑盆栽可利用性評分表。 ..... 122



## 圖目錄

圖 3.1. 以酸桔砧木嫁接嫁接金豆柑在第一年的表現。	35
圖 3.2. 以酸桔砧木嫁接嫁接金豆柑在第二年的表現。	36
圖 3.3. 以枳橙砧木嫁接嫁接金豆柑在第一年的表現。	37
圖 3.4. 以枳橙砧木嫁接嫁接金豆柑在第二年的表現。	38
圖 3.5. 以枳柚砧木嫁接嫁接金豆柑在第一年的表現。	39
圖 3.6. 以枳柚砧木嫁接嫁接金豆柑在第二年的表現。	40
圖 3.7. 以枳砧木嫁接嫁接金豆柑在第一年的表現。	41
圖 3.8. 以枳砧木嫁接嫁接金豆柑在第二年的表現。	42
圖 3.9. 以檸檬砧木嫁接嫁接金豆柑的表現。	43
圖 3.10. 以柳丁砧木嫁接嫁接金豆柑的表現。	44
圖 3.11. 以蜜柚砧木嫁接嫁接金豆柑的表現。	45
圖 3.12. 以虎頭柑砧木嫁接嫁接金豆柑的表現。	46
圖 3.13. 以西施柚砧木嫁接嫁接金豆柑的表現。	47
圖 3.14. 以茂谷柑砧木嫁接嫁接金豆柑的表現。	48
圖 3.15. 以枳柚砧木嫁接嫁接金豆柑的表現。	49
圖 3.16. 以四季桔砧木高接金豆柑的表現。	50
圖 3.17. 以椪柑砧木高接金豆柑的表現。	51
圖 3.18. 金豆柑在一年當中開花和結果的數量。	52
圖 3.19. 以四季桔高接金豆柑在針刺上產生的變異。	53
圖 4.1. 以三寸盆摘心處理檸檬砧木嫁接金豆柑的表現。	76
圖 4.2. 以五寸盆不修剪處理檸檬砧木嫁接金豆柑的表現。	77
圖 4.3. 以三寸盆強剪處理柳丁砧木嫁接金豆柑的表現。	78
圖 4.4. 以五寸盆不修剪處理柳丁砧木嫁接金豆柑的表現。	79
圖 4.5. 以三寸盆強剪處理蜜柚砧木嫁接金豆柑的表現。	80

圖 4.6. 以五寸盆不修剪處理蜜柚砧木嫁接金豆柑的表現。 .....	81
圖 4.7. 以三寸盆雙梗處理蜜柚砧木嫁接金豆柑的表現。 .....	82
圖 4.8. 以不同長度虎頭柑砧木嫁接嫁接金豆柑在年中的表現。 .....	83
圖 4.9. 以不同長度虎頭柑砧木嫁接嫁接金豆柑在年底的表現。 .....	84
圖 5.1. 檸檬插穗在扦插後的發根數。 .....	94
圖 5.2. 以檸檬扦插砧木嫁接金豆柑的表現。 .....	95
圖 5.3. 以枳橙扦插砧木嫁接金豆柑的表現。 .....	96
圖 5.4. 檸檬扦插苗種植一年的表現。 .....	97
圖 5.5. 枳橙扦插苗種植一年的表現。 .....	98
圖 6.1. 金豆柑一年早生變異株在第一年的表現。 .....	108
圖 6.2. 金豆柑一年早生變異株在第二年的表現。 .....	109
圖 6.3. 金豆柑二年早生變異株在第二年的表現。 .....	110
圖 6.4. 金豆柑幼株的表現。 .....	111
圖 6.5. 金豆柑實生苗中選出的優秀個體。 .....	112
圖 6.6. 金豆柑早生變異株所產生的子代(第三代)。 .....	113
附錄圖 1. 柑橘刺經 6-BA 處理。 .....	123
附錄圖 2. 三葉虎頭柑新品種。 .....	123

## 第一章 前言(Introduction)

工商社會的繁忙使人們陷入失眠、緊張、焦慮、憂鬱等負面情緒。親近大自然是人類的本能，因此在室內擺放植物可以有效改善人們主觀的舒適度和滿意度，且對情緒、行為、注意力及抵抗力都有正面影響(Han, 2009)。隨著社會的發展，現代都市的生活空間日漸狹小，小品盆栽最不占空間，又有花費低、樂趣高、育成快、方便移動和容易管理的優點，因此近日快速發展(梁，1990)。

金豆柑(*Fortunella hindsii*)是台灣原生種，也生長於中國東南部及香港。目前日本栽培者廣泛種植四倍體品系(黑上，1965)。早在中古世紀和文藝復興時期的西歐，到處可見許多柑橘類被當成異國情調的觀賞樹，種植在橘屋(orangery)中(Volkamer, 1708)。金豆柑是柑橘類中最矮小的種，大約一公尺高(田中，1948)，比四季桔(*Citrofortunella x microcarpa*)小很多。不但是庭園造景的優良樹種，也是果樹盆栽的好材料(田中，1948；李與胡，2005)，小巧可愛的果實也可做蜜餞(田中，1948)。同時兼具好看、好吃又好玩的優點。由於植株生長緩慢，且果實不具商業量產的價值(鄧等，2008)，目前金豆柑盆栽在市面上並不多見(李與胡，2005)，相關的研究報導也相當稀少(中國柑橘學會，2008)。

本研究結合花卉學和果樹學，並配合健康園藝的理念，開發一個可與人互動，具有療癒功能的果物小品盆栽。同時也增加代工的人力需求，提供台灣人民更多工作機會。此小品盆栽必須容易種植，並藉由日常的澆水、施肥、剪草、清除砧木芽、和除刺等與主人互動，而產生療癒的效果。一年之中就可看見從發芽到結果的過程，也能增添小品盆栽樂趣高的特性。但一般小品盆栽育成需要 3 到 5 年(梁，1990)，費時且成本高。應開發 1 年左右即具觀賞價值之產品。

嫁接法在柑橘的商業栽培相當重要(Batchelor and Rounds, 1948；Webber, 1948)。嫁接具有促進結果、避免幼年期、控制樹形、改善品質、抗逆境、抗病蟲害(Wutscher, 1979)、保存品種、繁殖無法扦插的植物、增加觀賞價值的效果(薛，2001)。但如果選擇不正確的砧木，則會造成減產、品質低下、嫁接不親和導致

死亡(周等, 2005; 范, 1973)。故本研究以嫁接技術做為小品盆栽生產的主軸, 也研究中大型盆栽, 嘗試各種常用和少用的柑橘類砧木, 試圖找出符合盆栽生產所需要的砧木品種, 並且針對具有潛力的砧木提出最佳的種植方式。

一般而言, 要完備的檢定一個柑橘砧木性狀需要 15 年, 而最簡便的方式也需要 3 年(Cohen and Reitz, 1963)。由於柑橘類屬於多年生的木本植物, 即使是種植嫁接苗也需要數年的時間才能夠發展成熟, 進入穩定生產的階段。金豆柑體型小, 生長相對迅速, 春天進行嫁接, 當年夏天就可以開花結果, 冬天就可採收。所以經過一年的試驗, 就可以知道砧木的好壞, 而且能夠使用三寸盆種植, 也相當節省空間。因此金豆柑有發展成為柑橘類模式生物的潛力, 做進一步的開發與利用將有助於柑橘類的研究。

柑橘類的幼年期甚長, 寬皮橘通常為 6 到 8 年, 甜橙、葡萄柚和柚類需要 10 年以上, 橘柚則長達 22 年(徐, 2009)。而金豆柑較為特別, 平均幼年期僅 1.3 年, 而成年株和幼年株在外觀上差異不大, 並不能用葉形或刺的有無來區分(李與胡, 2005)。各種柑橘類的實生苗都有一定比例幼樹開花的現象, 以這種變異株做為雜交親本可以遺傳給後代(山田等, 1991)。若將此基因導入其它具有食用價值的柑橘類, 將能大大縮短柑橘類的育種時間, 使柑橘類的改良向前邁進一大步。

為了使整個金豆柑盆栽的產業健全, 本研究探討四大主題, 分別是:

1. 砧木品種對金豆柑生長之影響
2. 修剪方式、容器大小及砧木長度對金豆柑生長之影響
3. 檸檬與枳橙適合扦插方式之探討
4. 金豆柑幼樹開花與新品系之觀察。

## 第二章 前人研究(Literature review)



### 一、金豆柑的分類和簡介

柑橘類起源於印度的阿薩姆地區(岩政，1976)，也有一說是中國的雲貴地區(沈等，1997)，誕生的時間大約在 200 萬到 300 萬年前的第三紀中期，現今的柑橘類多分布於亞洲東南部及附近的島嶼，因為過去陸地相連，澳洲也存在 *Microcitrus* 屬(微柑橘、手指香檬)和 *Eremocitrus* 屬(澳洲沙檬)等兩個近源屬。廣義的柑橘類包含柑橘屬(*Citrus*)、枳屬(*Poncitrus*)、和金柑屬(*Fortunella*)，金柑屬又可以細分成原始金柑亞屬和真正金柑亞屬，真正金柑亞屬下含有長金柑(*F. margarita*)、丸金柑(*F. japonica*)、長葉金柑(*F. polyandra*) 3 個種及寧波金柑(*F. crassifolia*)、長壽金柑(*F. obovata*) 2 個自然雜交種，金豆柑(*F. hindsii*)即屬於原始金柑亞屬。從原生地和基因組成的角度，金豆柑很有可能是從某種寬皮柑演變過來的，也就是說它是一個介於柑橘屬和金柑屬之間的物種(岩政，1976)。

金豆柑又名豆金柑、姬金柑，中國則稱為山金柑，英名 Hong Kong kumquat。古書如本草綱目、和漢三才圖繪、本草圖譜、桂園橘譜、草木圖說、及增訂南海包譜皆有記錄。金豆柑果實小而種子大，因此不具商業量產的價值，僅少量做蜜餞或果醬，但因為樹型矮小且果實可愛，很適合作為賞玩用盆栽。金豆柑是柑橘類中最早發現有四倍體個體的物種。

**樹性：**株高大約一公尺左右，枝條細小密生，樹型為開張性。耐寒力強但不耐熱及乾旱。幼年期短，每年開花 2 到 3 回但結果量少。發芽期和開花期均比一般柑橘類晚，且有同一個葉腋反覆著花的習性。

**枝條：**枝條細小，節間中庸，扁平帶有稜角。刺非常多，刺長 8 mm -10 mm，有時長達 20 mm 且相當銳利。每個枝條約長出 2 到 6 個分枝，夾角約 80 度，結果母枝通常 5 cm -10 cm。

**葉：**葉片小型橫生，葉翼和主葉的界線不清楚。葉片為披針形，葉長 5 cm -7 cm，葉寬 1.8 cm -2 cm，葉尖不太尖銳，基部呈現楔形，葉全緣。

花：花朵頂生和腋生，一般是單生偶爾雙生。花蕾圓形，長約 3 mm，直徑約 2.2 mm，花萼呈杯狀，花梗長約 2 mm，花朵為半開性，白色帶有密生小油胞，4 到 5 瓣，花徑約 7 mm。雄蕊 15 枚，花藥為黃色，雌蕊比雄蕊短，子房長約 1.6 mm，直徑約 1 mm，淡綠色且無毛。

果實：果實圓球形，直徑約 1 cm，果梗長 2 mm -3 mm。表皮油胞不鮮明，有小窪點，大致平滑。果瓣 2 到 3 個，少數 1 個，內部被種子充滿，果肉甚少。種子大多 2 到 3 個，表面灰色平滑卵形，長約 1 cm，寬約 0.6 cm，胚為濃綠色單胚性。在台灣北部地區通常 11 月到 12 月成熟(田中，1948)。

## 二、小品盆栽

**定義：**小品盆栽指的是 15 cm -20 cm 的盆栽，15 cm 以下的盆栽稱為超迷你盆栽。為了能表現出各種樹木形小相大的美感，在小空間的限制之下除了要玲瓏可愛，還必須達成麻雀雖小五臟俱全的條件。

**優點：**小品盆栽相對不占空間，能夠適應現代都市狹小的生活空間。正因為體積小，故搬動方便、容易管理。不同於中大型盆栽需要數十年才能完成，小品盆栽只需要三五年，因此生產成本較低，價格更親民。在家中可以隨心所欲擺放，樂趣也更高。

**管理：**由於體積的限制，小品盆栽應該剪除不必要的枝條，以重點式來呈現美感，線條愈單純愈好。由於盆土少，必須經常澆水，土壤容易酸化，短期間可以用石灰調整，長時間栽培則需要定期換土。

**觀賞：**除了一般盆栽對根盤、枝幹、和樹冠的基本要求，小品盆栽還有三個特殊的觀賞要點。其一：小品盆栽在盆鉢的選擇上相當講究，在外形和色彩上力求變化，如此便能成為亮點，吸引人們的目光。其二：與中大型盆栽的寫實不同，小品盆栽更講究寫意，但整體的表現依然要維持自然的樹相。其三：可以同時擺放多個小品盆栽，藉以匹配調和，或添加雅石、字畫等飾品，也可讓觀賞者更快融入情境。

**選材：**培養小品盆栽的樹種必須容易矮化，節間短、易分枝，才能達成茂密狀態。絕對不能使用容易徒長的品種，否則難維持造型。最好是根頭、樹幹增粗快速，或容易開花結果，都可以在短時間內就能創造觀賞價值(梁，1990)。

### 三、嫁接的定義


嫁接又叫接枝、接ぎ木、grafting (薛，1991)。可被定義為：因為自然或人為方式，使不同的植物(大多為兩個植物)的維管束相互接通，成為一株植物(Pina and Errea, 2005)。其接合點以上的枝芽稱為接穗或穗木，接合點以下的枝幹和根系稱為砧木或台木(薛，1991；吳與王，1991)。砧木又可以細分成兩類，根砧(rootstock)和下砧(under stock)，根砧只提供根系而下砧不只提供根系還提供樹枝和樹幹。然而在自然嫁接的案例中，互相融合的兩個植物依然保有各自獨立的根系，所以無法分辨接穗和砧木。兩株相鄰的植物或一株植物的不同枝條都可能因為自然或人為而嫁接在一起(Mudge et al., 2009)。一般的嫁接法只含有一個接點，區隔了接穗和砧木，然而也有稱為雙重嫁接(double-worked grafting)含有兩個接點，由上而下分隔了接穗、中間砧和根砧(Janick, 1983)。透過不同砧木品種的選擇，可以讓同一種接穗在生長勢和品質上有很大的不同(小林，2001)。理論上，一個嫁接植物的接穗和砧木各自保有自己的基因和性狀，但少數案例發現透過砧木的 RNA 傳遞，可以改變接穗的基因序列(Mudge et al., 2009)。

依照不同的操作方式，嫁接法可分為十多種，其中切接法(grafting)、芽接法(budding)和靠接法(inarching)最為實用。切接法適用於一般木本植物，具有成活後生長迅速且提早開花結果的優點；芽接法在歐美國家最常使用，具有節省接穗和接點牢固的優點；靠接法則應用於生長緩慢且不易癒合或者稀有珍貴的樹種(薛，1991)。

### 四、嫁接法的起源

嫁接是一門古老且應用廣泛的園藝技術，古人受到自然界中連理枝的啟發





(林等, 2006), 也可能是觀察到藤蔓植物在棚架上相互纏繞, 最終融合在一起而發展出靠接法(Juniper and Maberly, 2006)。不論地上部或地下部都有可能發生自然嫁接, 其中地下部的自然嫁接又多於地上部(Mudge et al., 2009)。常見的地上部自然嫁接包含檜木和常春藤(La Rue, 1934)。自然根接廣泛發生於自然界中並且影響森林生態, 目前已知 150 個樹種容易發生自然根接。大部分的自然根接發生於同一樹種的個體之間, 但橡木、楓木和松出現屬內跨物種的自然嫁接(Graham and Bornman, 1966)。自然根接也少量發生於不同科的樹種, 例如樺木和美國榆(La Rue, 1934)、樺木和糖楓(Graham and Bornman, 1966)。另外如槲寄生等木本寄生植物和其宿主木本植物之間, 所產生的共生連結, 也可被視為一種科間的自然嫁接, 其接點的結構與一般接點大同小異(Thoday, 1956), 寄生型嫁接和一般嫁接在木質部和韌皮部皆有細胞間連續性的接通(Coetzee and Fineran, 1989), 但唯一的不同在於寄生型的嫁接點中, 細胞間不具有原生質聯絡絲(plasmodesmata)存在(Tidemann, 1989)。另外, 也有人將受粉視為一種自然嫁接的現象(Mudge et al., 2009)。

##### 五、嫁接的功能與砧穗間的互動

因為嫁接法的發明, 人類成功馴化了木本植物(Zohary and Spiegel-Roy, 1975)。在現代園藝產業中, 嫁接有幾個主要目的, 例如: 特定品系的營養繁殖、避免果樹的幼年期、老果園的品種更新、製造前所未現的新樹型、受損樹木的修復、株高控制、抵抗病蟲害及逆境、檢定潛在的病原體和植物生理的研究等(Mudge et al., 2009)。對柑橘產業而言, 砧木還能夠影響早熟性、生產量、植株壽命和果實品質(范, 1973; 胡, 1953; Ofosu-Budu, 2003; Reuther et al., 1967)。其中矮化是嫁接法在園藝技術的應用中最重要目標之一。特定的根砧品種可以由小到大分為特矮、半矮、旺盛和特旺四類(Tukey, 1964)。

在自然根接的案例中, 嫁接對森林生態有幾個影響, 例如: 影響樹木品種的分布和優勢地位、影響鄰近相接樹木在被砍伐之後的存亡、增加物理的穩定性對

抗強風，但同時也增加傳染病的風險。在一般的森林中可看見同種的樹木是成群分布，而不是平均分布(Graham and Bornman, 1966)。在自然界當中，自然根接是一種合作關係的發生。生長優勢的樹木透過根接點，將養分運送給樹冠層底層的樹，而使它們在低光下可以生長(Eis, 1972)。而當大樹被砍伐時，附近的小樹也能透過根接點提供養分使大樹再生。但是單生的大樹卻沒有如此的再生能力(Bornman, 1966)。這顯示樹與樹之間的互動應該是合作，而不是競爭(Mudge et al., 2009)。

砧木和接穗之間的互動是相對的，不僅砧木可以改變接穗的生長勢，接穗也能改變砧木的根系大小(Hodgson, 1943；Webber, 1948)和化學組成(Smith, 1975；Wallace et al., 1952)。目前已知柑橘類的砧木可以透過改變接穗葉片中的可溶性醣和澱粉含量，而使抗寒性、生長勢和開花量發生改變(周等，2005)。近年來也有許多學者發現，有時候砧木的基因能夠轉移至接穗，使接穗產生與砧木基因型相同的表現，稱為嫁接轉型(Hirata, 1986；Kashara et al., 1971；Yagishita, 1961)。在某些案例中，砧木的性狀不但轉移到接穗表現，還遺傳給接穗的實生苗(Ohta, 1991；Taller et al., 1998)。在樹薯嫁接法的案例中，將樹薯砧木嫁接橡膠樹接穗(De Foresta et al., 1994)，可以使塊根的產量戲劇性的增加，說明了接穗對砧木一樣具有一定的影響力(De Bruijn and Dharmaputra, 1974)。

## 六、嫁接法成敗的關鍵

從遺傳的角度看，親緣愈接近，嫁接的親和力愈強(吳與王，1991；薛，1991；Pease, 1933)。一般而言，屬內的嫁接較容易成功，跨科的嫁接則幾乎不會成功(Mudge et al., 2009)，且跨科的嫁接不具有實質的生產效益(林等，2006)。但親緣很近，甚至是同種的不同個體間，在生理方面有可能因為細胞辨識、創傷反應、生長調節或不親和毒性而嫁接失敗(Andrews and Marquez, 1993)。在非生理方面則可能因為解剖學的不對齊、不好的手藝、環境問題或疾病而嫁接失敗(Hartmann et al., 2002)。

從技術的層面看，嫁接的季節很重要，落葉樹應在春季發芽前嫁接，常綠樹則在生長旺盛時期；接口要保持濕潤狀態，同時避免病菌污染；如果砧木強勢發芽，應該即時清除；削切時須注意切口平整，接觸面積大而密合(吳與王，1991；薛，1991)。接穗應該選擇一年生，飽滿帶有芽體，且須配合砧木粗細的枝條。並在成活生長之後設立支柱，以免接合點斷裂(吳與王，1991)。穗砧之間除了要有親和性之外，具有形成層和施加壓力也是成功的條件(Mudge et al., 2009)。

## 七、本研究使用砧木之簡介

### 1. 酸桔(sunki)：

酸桔(*Citrus sunki*)是在台灣最常使用的砧木品種，在一般市場上就能買到樹苗。酸桔種子一般呈現多胚性(Hodgson, 1967)，但每個種子所含的胚數少而多變(Ueno et al., 1967)，因此酸桔苗有很大的機會是合子所生，歧異度較高(Wutscher, 1979)。寬皮柑這類的砧木，可以產生高品質且標準大小的果實、抗毒素病、耐寒又耐鹽。但缺點是生長緩慢，有可能感染根腐病(Wutscher, 1979)，且樹在年輕時產量較低(Cohen and Reitz, 1963；Hume, 1957；Lawrence and Bridges, 1973；Ziegler and Wolfe, 1973)。

### 2. 枳橙(citrange)：

枳橙(*Citrus sinensis* × *Poncirus trifoliata*)為華盛頓臍橙和枳的雜交種，近幾年來被大量使用，以取代酸橙(Webber, 1948；Gardner and Horanic, 1967)。Troyer品系和 Carrizo 品系的父母本相同，有些人認為是同一品種(Savage and Gardner, 1965)。枳橙砧木相當多產且果實品質極佳(Bitters, 1958；Hutchison, 1978；Webber, 1948；Wutscher and Shull, 1972；Wutscher et al., 1975)，但枳橙砧樹高產的年限大約只有十年(Wutscher, 1979)，且枳橙對鹽分較為敏感(Cooper, 1961)。

### 3. 枳柚(citrumelo)：

枳柚(*Citrus x paradisi* × *Poncirus trifoliata*)是葡萄柚和枳的雜交種。它的實

生苗大約有 85% 至 95% 來自珠心胚(Hutchison, 1974)。除了枳橙之外，枳柚是唯一具有商業價值的枳雜交種(Wutscher, 1979)。



#### 4. 枳(trifoliate orange)：

枳(*Poncirus trifoliata*)為落葉性的柑橘類近源屬，是日本、中國長江以北和其他冷涼地區的首選砧木(Wutscher, 1979)。枳砧樹通常小於一般標準大小，屬於矮性砧(Bitters et al., 1977；Bitters, 1974a; Salibe and Moreira, 1977；Wutscher et al., 1975;)。枳砧樹所結的果實相對較小卻高品質(Krezdorn and Phillips, 1967；Salibe and Moreira, 1977)。枳的根系相對小，因此適合生長在黏土，而不適應砂土且不耐鹽(Wutscher, 1979)。枳與柑橘類容易發生嫁接不親合，枳砧樹易發生砧負現象，在種植數年後會漸漸衰弱，甚至死亡(范，1973)。

#### 5. 檸檬(lemon)：

檸檬(*Citrus limon*)很可能是香橼和酸橙的雜交種(Chapot, 1975)。檸檬的根系多而廣大且不具有主根，因此適合乾旱砂質的土壤(Wutscher, 1979)。檸檬砧樹相當高產，但果實的鮮食品質偏低(Cooper and Lime, 1960；Webber, 1948；Ziegler and Wolfe, 1961)。檸檬砧樹的耐寒性小(Gardner and Horanic, 1958；Webber, 1948)，而且在凍害發生後修復困難(Young and Olson, 1963)。

#### 6. 柳丁(sweet orange)：

甜橙(*Citrus sinensis*)早期曾是商業生產使用的砧木，其種子 70% 至 90% 為多胚性(Webber, 1948)。雖然會感染細菌性根腐病(Rossetti, 1969；Klotz, 1973)，但能抵抗各類毒素病(Klotz, 1973)。甜橙不具粗壯的主根，但側根豐富(Bitters, 1974b)，然而甜橙砧樹潮溼及地下水位高的區域依然高產且長壽(Colen, 1972)。50 到 60 年生都依然高產，但比起其他砧木甜橙砧樹較晚進入高產階段(Wutscher, 1979)。

#### 7. 蜜柚(grapefruit)：

葡萄柚(*Citrus x paradisi*)，本研究使用品種為綠皮品種。以前經被相信是很有希望的砧木，但目前已成為歷史的閒談。因為葡萄柚砧樹的產量經常令人失望(Hume, 1957; Webber, 1948; Ziegler and Wolfe, 1961)。葡萄柚的樹型低矮圓形，枝條下垂，果實成串生長且結果多(朱，1957)。

#### 8. 西施柚(pomelo)：

柚(*Citrus grandis*)為單胚性，但產生的實生苗還算穩定，被認為是可利用的砧木(Webber, 1948)。為喬木，枝條生長整齊，圓形或橢圓形的果實極大(朱，1957)。

#### 9. 虎頭柑(Hutou Gan)：

虎頭柑(*Citrus kotokan*)目前在分類上未定，是柚類的不明雜交種。虎頭柑樹勢極強，耐高溫與多濕，本國以苗栗和宜蘭為主要產地。以產果為目的作為砧木應該很有希望(田中，1948)。

#### 10. 茂谷柑(Murcott tangor)：

茂谷柑(*Citrus reticulata* × *Citrus sinensis*)為寬皮柑類與甜橙類的雜交種，父母本不詳，也沒人使用過。寬皮柑類的砧木可以產生高品質且標準大小的果實、抗毒素病、耐寒又耐鹽。但缺點是生長緩慢，有可能感染根腐病(Wutscher, 1979)，且樹在年輕時產量較低(Cohen and Reitz, 1963; Hume, 1957; Lawrence and Bridges, 1973; Ziegler and Wolfe, 1973)。

#### 11. 極柑(mandarin)：

極柑(*Citrus reticulata*)屬於寬皮柑，可能是酸桔的栽培種。寬皮柑類的砧木可以產生高品質且標準大小的果實、抗毒素病、耐寒又耐鹽。但缺點是生長緩慢，有可能感染根腐病(Wutscher, 1979)，且樹在年輕時產量較低(Cohen and Reitz, 1963; Hume, 1957; Lawrence and Bridges, 1973; Ziegler and Wolfe, 1973)。

## 12. 四季桔(*calamondin*)：

四季桔(*Citrofortunella x microcarpa*)是寬皮柑與某種金柑的交配種，廣泛被當作觀賞盆栽販賣，在遠東地區也被當砧木使用(Webber, 1948)。四季桔和一般柑橘屬的品種嫁接不親合，因此不適合當柑橘砧木，但很適合做為金柑屬植物的砧木(Olson, 1954, 1958；Olson et al., 1962)。

## 八、柑橘類之幼樹開花

柑橘類的幼年期甚長，寬皮橘通常為 6 到 8 年，甜橙、葡萄柚和柚類需要 10 年以上，橘柚則長達 22 年(徐，2009)。如此長久的幼年期當中沒有辦法開花結果，使得柑橘類的育種相當困難(Cameron and Frost, 1968)。傳統上縮短這個期間的方法包含用枳砧木嫁接實生苗或在成木上高接(吉永等, 1975; 山田等, 1979; 奧代等, 1980)。在柚類、桔橙和寬皮柑等品種當中，其合子所產生的實生苗至少有 1% 到 20% 可以觀察到幼樹開花的現象(Dewi et al., 2013)。許多柑橘類在播種後數個月到一年會發生幼樹開花(Iwamasa and Oba, 1975; Snowball et al., 1988)。這種現象可以應用於縮短柑橘類育種所需要的時間，但也有研究顯示幼樹開花現象只發生在播種後的第一年，在成年之前柑橘不會再次開花(Davenport, 1990; Furr et al., 1974)。一般認為幼樹開花主要由低溫誘發，次要則是缺水(Iwamasa and Oba, 1975; Southwick and Davenport, 1986)，而與子葉的有無並不相關(Holland et al., 1995)。幼樹開花所結的果實很小，因此無法得知正確的果徑，其他的果實品質測定都沒有問題，種子能夠發芽也可以繼續做育種(岩政與大庭，1975)。

在柑橘類中，幼年態有幾個明顯的特色，包含不開花、生長旺盛、枝條直立和多長刺(Furr et al., 1974)。但金豆柑較為特別，平均幼年期僅 1.3 年，而成年株和幼年株在外觀上差異不大，並不能用葉形或刺的有無來區分。而盆栽金豆柑平均較早進入成年期，地栽金豆柑則較晚。盆栽金豆柑在第二年有 57% 開花，地栽則只有 23% 開花，第三年則全數開花(李與胡，2005)。

### 第三章砧木品種對金豆柑生長之影響

## Chapter 3. Effects of Rootstock Varieties on the Growth of *Fortunella hindsii*



### 摘要(Abstract)

本研究使用商業砧木、其他砧木及高接砧木來嫁接金豆柑，觀測其對金豆柑生育、開花與結果表現、一年當中開花和結果的曲線、植株營養生長表現及綜合觀賞價值評分表現之影響，初步選出具有盆栽生產潛力的砧木品種。其中現代商業(常用)砧木包含酸桔(*Citrus sunki*)、枳橙(*Citrus sinensis* × *Poncirus trifoliata*)、枳柚(*Citrus* × *paradisi* × *Poncirus trifoliata*)和枳(*Poncirus trifoliata*)等 4 種。古典或業餘(少用)砧木包含檸檬(*Citrus limon*)、柳丁(*Citrus sinensis*)、蜜柚(*Citrus* × *paradisi*)、西施柚(*Citrus grandis*)、虎頭柑(*Citrus kotokan*)、茂谷柑(*Citrus reticulata* × *Citrus sinensis*)和枳柚(*Citrus* × *paradisi* × *Poncirus trifoliata*)等 7 種。高接砧木則包含椪柑(*Citrus reticulata*)和四季桔(*Citrofortunella* × *microcarpa*)等 2 種。結果發現酸桔具有生產五寸盆的潛力，但因生長較緩慢，必須等第二年才具商品價值。枳橙也具有生產五寸盆的潛力，且第一年就具有商品價值。檸檬具有生產三寸盆的潛力，果實高產且樹型優美。柳丁和蜜柚也具生產盆栽的潛力，但個體間的表現差異兩極化，因此具體的使用方式需要進一步試驗。西施柚具有生產大型盆栽或庭木的潛力。虎頭柑雖然不適合生產盆栽，但可以採果、當作綠籬和生產接穗。四季桔具有生產大型盆栽的潛力。



## 一、前言(Introduction)

果物盆栽一直都是盆栽中的極品，不但極具有觀賞價值，也比一般盆栽有更高的經濟價值。其中金豆柑是一個很適合作為果物盆栽的樹種，在日本相當受歡迎且廣泛種植。金豆柑盆栽除了本身具有觀賞價值之外，金色的果實象徵招財進寶，柑橘也還有大吉大利的寓意。但不論是實生苗或根插苗，從剛發芽到樹體成形都需要近十年的時間。以現代商品化的生產角度來看實在太過耗時，而且售價動輒上萬也不是一般消費者所能接受的範圍。因此本研究想要利用嫁接法這種園藝技術，達成縮短育成時間、降低生產成本、增加觀賞價值和提升產品穩定性等。本研究共使用 12 個砧木品種，其中商業砧木包含酸桔、枳橙、枳柚(中苗)和枳等 4 種，其他砧木包含檸檬、柳丁、蜜柚、西施柚、虎頭柑、茂谷柑、枳柚(小苗)等 7 種，高接砧木包含椪柑和四季桔等 2 種。本章節僅初步挑選出具有生產盆栽潛力的砧木品種，詳細的使用方式會在下個章節進行深究。

## 二、材料與方法(Materials and Methods)

### (一)植物材料

本研究使用的金豆柑為著者自家花園收藏之十年生成熟且穩定開花之根插苗金豆柑盆栽的枝條。所使用之 4 種現代商業砧木皆為中苗，取得之後經過修剪整理，並定植於五寸盆中。古典或業餘砧木則是收集種子自行播種，先播種於聚苗盆中，之後再挑選優良植株定植於三寸或五寸盆中。高接砧木則是取自台大校園中被遺置的盆栽與野採的柑橘樹，經過整枝修剪和養護後使用。

材料俗稱	材料學名	狀態	使用參考	來源
金豆柑	<i>Fortunella hindsii</i>	枝條	(田中，1948；李與胡，2005)	自家花園，2007 年蘇小鐘文立老師贈送
酸桔	<i>Citrus sunki</i>	中苗	李金龍博士建議	員山金雙姓蘭園



枳橙	<i>Citrus sinensis</i> × <i>Poncitrus trifoliata</i>	中苗	陳右人博士建議 (Webber, 1948)	陳右人博士提供
枳柚	<i>Citrus x paradisi</i> × <i>Poncitrus trifoliata</i>	中苗	陳右人博士建議 (Hutchison, 1948)	陳右人博士提供
枳	<i>Poncitrus trifoliata</i>	中苗	(Wutscher, 1979)	陳右人博士提供
檸檬	<i>Citrus limon</i>	種子	(Webber, 1948)	一般菜市場
柳丁	<i>Citrus sinensis</i>	種子	(Colen, 1972)	一般菜市場
蜜柚	<i>Citrus x paradisi</i>	種子	(Wutscher, 1979)	一般菜市場
西施柚	<i>Citrus grandis</i>	種子	(Webber, 1948)	陳右人博士提供
虎頭柑	<i>Citrus kotokan</i>	種子	黃振芳博士建議 (田中, 1948)	宜蘭喜互惠超市
茂谷柑	<i>Citrus reticulata</i> × <i>Citrus sinensis</i>	種子	首度試驗	一般菜市場
枳柚	<i>Citrus x paradisi</i> × <i>Poncitrus trifoliata</i>	種子	陳右人博士建議 (Hutchison, 1948)	陳右人博士提供
極柑	<i>Citrus reticulata</i>	大苗	(Wutscher, 1979)	台大校園自然長成
四季桔	<i>Citrofortunella x</i> <i>microcarpa</i>	大苗	(Olson et al., 1962)	台大校園被遺置的金桔盆栽

## (二)試驗方法

本章節分為現代商業砧木(酸桔、枳橙、枳柚、枳)、古典或業餘砧木(檸檬、柳丁、蜜柚、西施柚、虎頭柑、茂谷柑、枳柚)和高接砧木(極柑、四季桔)三個試驗，共使用 12 個砧木品種。試驗地點在台灣大學花卉館的四樓溫室中，於前一年的年底將砧木種植妥善，春季進行嫁接，過年前調查生長性狀。

每種處理都使用切接法，每枝接穗取用金豆柑成株的八分熟新生枝條 1 到 2

個節，並切除 2/3 葉子。嫁接時以石蠟膜固定，並用夾鏈袋包覆，同時可防止水分散失和防止淋到雨。套袋時間持續 1 至 2 週，等到綠芽發出後，將夾鏈袋打開透氣，但依然罩著接穗防止雨淋。再過 1 週後移除夾鏈袋。

在嫁接成活後，放任植株自然生長。盆中施用好康多(1 號 14-11-13)緩效肥，盆中雜草只剪短而不拔除，植株除了砧木發芽會摘除，整個樹冠不做任何修剪或整形。由於柑橘類苗木必定為嫁接苗，本章節試驗沒有對照組。建議以台灣最常用之酸桔砧木處理組作為對比的標準。

#### 試驗一、現代商業(常用)砧木對金豆柑生長之影響

將從市場買來的酸桔中苗，以及陳右人博士提供的枳橙、枳柚和枳中苗修剪枝葉和盤根後，定植於五寸盆中。待根系穩定，枝葉萌動時進行嫁接。嫁接時，大約從離地 15 至 20 公分處以枝鋸鋸斷，再以切接刀削平後進行嫁接。總共 4 個處理，每個處理 5 重複。本試驗為期兩年。

#### 試驗二、古典或業餘(少用)砧木對金豆柑生長之影響

將檸檬、柳丁、蜜柚、西施柚、虎頭柑、茂谷柑和枳柚的種子從果實中取出，以清水將黏稠的物質洗淨並擦乾，之後將種皮剝除，播種在聚苗盆中。待小苗長出 3 至 5 片本葉後，挑選生命力旺盛且品質一致的小苗單獨定植於三寸盆中，其中西施柚在小苗時期就已經很巨大了，因此定植於五寸盆中。待小苗莖部木質化且與金豆柑接穗等粗時進行嫁接。嫁接時保留砧木下部 6 至 8 片葉子，幫助接穗的芽體成長。總共 7 個處理，每個處理 5 重複。

#### 試驗三、高接砧木對金豆柑生長之影響


將台大校園中自然長成的極柑實生樹修剪枝葉後掘起，並定植於十寸盆中。將台大校園中被遺置的四季桔大盆栽清除枯枝敗葉後，整枝並施肥。在兩種砧木都恢復活力後進行嫁接。以品種更新的方式進行，將已經養成的樹體保留主枝，

末端高接金豆柑(切接法嫁接)。總共 2 個處理，每個處理抽樣 6 重複。



### (三)調查項目

1. 結果數和良株結果數：結果數是每個處理中所結的果實總數除以該處理的植株總數。良株結果數是每個處理中具有商品價值植株的結果數。
2. 結果率：每個處理中有著果植株佔該處理總植株數的百分比。
3. 良率：每個處理中有商品價值植株佔該處理總植株數的百分比。
4. 葉果比和良株葉果比：結 1 個果實所需要的葉片數(葉/果)。無果實植株不列入。良株葉果比每個處理中具有商品價值植株的葉果比。
5. 葉片數：每個處理中單一植株的平均葉片數。
6. 總枝長：每個處理中單一植株接點以上枝長的總和的平均數。
7. 分枝數：每個處理中單一植株的平均分枝數。
8. 刺長：每個處理中各植株最長針刺長度的平均數。
9. 平均節間長：總枝長除以葉片數。
10. 敗權率：每個處理中死亡植株數除以原始種植植株數。

- 
11. 開花結果曲線：每週所有處理植株花朵和果實數的總和。藉此了解金豆柑開花結果的高峰期。(開花和結果是連續性的，從花苞到綠熟果之間沒有界線)
  12. 可利用性評分：綜合結果數、株型和整體的美感進行評分，顯示該砧木的價值。良株評分則單看具商品價值之植株。評分標準參考附錄表 1。

#### (四)統計分析

試驗採用完全逢機試驗設計(CRD)。統計軟體 CoStat6.4 (CoHort Software, Monterey, CA)，以該軟體進行變方分析檢測顯著性，以最小顯著差異(LSD)分析數據差異性。並使用 SigmaPlot11.0 (Systat software Inc., USA)繪圖。



### 三、結果(Results)

#### 試驗一、現代商業(常用)砧木對金豆柑生長之影響

##### (一)酸桔

生殖生長：第一年時，平均結果數為 5.3 粒/株，結果率為 40%，良率為 20%，良株結果數為 10.5 粒/株，葉果比為 7.0。第二年時，平均結果數為 26.4 粒/株，結果率為 100%，良率為 100%，良株結果數為 26.4 粒/株，葉果比為 3.5 (表 3.1)。

營養生長：第一年時，平均葉片數為 41.5 片/株，總枝長 35.5 cm，分枝數 6.3 枝，刺長 0.3 cm，平均節間長 0.8 cm。第二年時，平均葉片數為 64.8 片/株，總枝長 94.1 cm，分枝數 8.0 枝，刺長 1.0 cm，平均節間長 1.5 cm (表 3.2)。

綜合指標：第一年時，敗穢率為 20%，評分為 68.0 分，良株評分為 90.0 分。第二年時，敗穢率為 0%，評分為 93.8 分，良株評分為 93.8 分。整體而言，以酸桔為砧木之植株產量逐年提高，樹體也日漸茁壯。唯一的缺點是新植樹生長勢較弱。

##### (二)枳橙

生殖生長：第一年時，平均結果數為 17.6 粒/株，結果率為 100%，良率為 100%，良株結果數為 17.6 粒/株，葉果比為 2.4。第二年時，平均結果數為 29.6 粒/株，結果率為 100%，良率為 100%，良株結果數為 29.6 粒/株，葉果比為 2.3 (表 3.1)。

營養生長：第一年時，平均葉片數為 35.0 片/株，總枝長 24.8 cm，分枝數 5.4 枝，刺長 0.8 cm，平均節間長 1.0 cm。第二年時，平均葉片數為 56.2 片/株，總枝長 75.6 cm，分枝數 7.6 枝，刺長 1.3 cm，平均節間長 1.3 cm (表 3.2)。

綜合指標：第一年時，敗穢率為 0%，評分為 88.4 分，良株評分為 88.4 分。第二年時，敗穢率為 0%，評分為 92.6 分，良株評分為 92.6 分(表 3.3)。整體而言，以枳橙為砧木之植株的產量逐年提高，樹體也日漸茁壯，是表現最佳的現代商業砧木。

##### (三)枳柚

生殖生長：第一年時，平均結果數為 5.8 粒/株，結果率為 80%，良率為 60%，良株結果數為 8.0 粒/株，葉果比為 4.3。第二年時，平均結果數為 9.3 粒/株，結果率為 60%，良率為 40%，良株結果數為 14.0 粒/株，葉果比為 3.2(表 3.1)。

營養生長：第一年時，平均葉片數為 27.0 片/株，總枝長 24.0 cm，分枝數 4.0 枝，刺長 0.4 cm，平均節間長 0.8 cm。第二年時，平均葉片數為 34.0 片/株，總枝長 66.9cm，分枝數 7.0 枝，刺長 1.2 cm，平均節間長 2.0 cm(表 3.2)。

綜合指標：第一年時，敗穢率為 20%，評分為 86.0 分，良株評分為 86.0 分。第二年時，敗穢率為 40%，評分為 73.7 分，良株評分為 89.5 分(表 3.3)。整體而言，以枳柚為砧木之植株的單株產量看似逐年升高，但實質上因為良率下降，且容易敗穢，實際以嫁接時總株數計算之總產量一年不如一年。

#### (四)枳

生殖生長：第一年時，平均結果數為 9.4 粒/株，結果率為 80%，良率為 60%，良株結果數為 14.7 粒/株，葉果比為 1.8。第二年時，平均結果數為 9.5 粒/株，結果率為 40%，良率為 40%，良株結果數為 9.5 粒/株，葉果比為 2.2(表 3.1)。

營養生長：在第一年時，平均葉片數為 20.3 片/株，總枝長 21.1 cm，分枝數 2.8 枝，刺長 0.4 cm，平均節間長 0.9 cm。第二年時，平均葉片數為 20.5 片/株，總枝長 30.0 cm，分枝數 3.0 枝，刺長 0.6 cm，平均節間長 1.5 cm(表 3.2)。

綜合指標：第一年時，敗穢率為 20%，評分為 82.3 分，良株評分為 93.3 分。第二年時，敗穢率為 60%，評分為 88.5 分，良株評分為 88.5 分(表 3.3)。整體而言，以枳為砧木之植株的結果數量穩定且高產，但兩年來樹體幾乎不成長又容易敗穢，實際產量一年不如一年。

### 試驗二、古典或業餘(少用)砧木對金豆柑生長之影響

#### (一)檸檬

生殖生長：平均結果數為 10.2 粒/株，結果率為 100%，良率為 80%，良株結果數為 11.8 粒/株，葉果比為 4.3，良株葉果比為 3.1(表 3.4)。

營養生長：平均葉片數為 26.6 片/株，總枝長 19.5 cm，分枝數 4.4 枝，刺長



0.3 cm，平均節間長 0.7 cm (表 3.5)。

綜合指標：評分為 92.0 分，良株評分為 97.5 分(表 3.6)。整體而言，以檸檬為砧木之植株的產量高，樹型茂盛，是表現最佳的少用砧木。

## (二)柳丁

生殖生長：平均結果數為 3.2 粒/株，結果率為 40%，良率為 40%，良株結果數為 8.0 粒/株，葉果比為 3.3，良株葉果比為 3.3 (表 3.4)。

營養生長：平均葉片數為 28.6 片/株，總枝長 27.8 cm，分枝數 3.4 枝，刺長 1.2 cm，平均節間長 0.9 cm (表 3.5)。

綜合指標：評分為 67.2 分，良株評分為 95.5 分(表 3.6)。整體而言，以柳丁為砧木之植株的產量兩極化，有結果的植株具有商品價值，而不結果的植株產生大量徒長枝，生長勢特別強，可以生產接穗，同時具有兩種用途。

## (三)蜜柚

生殖生長：平均結果數為 2.2 粒/株，結果率為 60%，良率為 40%，良株結果數為 5.0 粒/株，葉果比為 10.4，良株葉果比為 3.6 (表 3.4)。

營養生長：平均葉片數為 16.8 片/株，總枝長 15.7 cm，分枝數 2.8 枝，刺長 0.7 cm，平均節間長 0.9 cm (表 3.5)。

綜合指標：評分為 66.0 分，良株評分為 86.5 分(表 3.6)。整體而言，以蜜柚為砧木之植株的產量不穩定，有大量結果、少量結果和不結果三種型態。大量結果者具有商品價值，少量結果和不結果者也能生產接穗，同時具有兩種用途。

## (四)西施柚

生殖生長：平均結果數為 18.2 粒/株，結果率為 80%，良率為 80%，良株結果數為 22.8 粒/株，葉果比為 3.5，良株葉果比為 3.5 (表 3.4)。

營養生長：平均葉片數為 50.4 片/株，總枝長 84.2 cm，分枝數 6.2 枝，刺長 1.6 cm，平均節間長 1.7 cm (表 3.5)。

綜合指標：評分為 84.8 分，良株評分為 93.8 分(表 3.6)。整體而言，以西施柚為砧木之植株產量高，植株碩大，可做大型盆栽或庭木。



#### (五)虎頭柑

生殖生長：平均結果數為 18.6 粒/株，結果率為 80%，良率為 80%，良株結果數為 23.3 粒/株，葉果比為 1.6，良株葉果比為 1.6(表 3.4)。

營養生長：平均葉片數為 33.4 片/株，總枝長 52.5 cm，分枝數 2.6 枝，刺長 2.0 cm，平均節間長 1.6 cm(表 3.5)。

綜合指標：評分為 85.8 分，良株評分為 96.0 分(表 3.6)。整體而言，以虎頭柑為砧木之植株的葉果比是其他砧木中最低的，代表產果能力最強，但同時也具有最長的刺，而且樹型也不夠美觀，所以不適合當盆栽。但可以採果、生產接穗和當作綠籬。

#### (六)茂谷柑

生殖生長：平均結果數為 2.2 粒/株，結果率為 60%，良率為 20%，良株結果數為 9.0 粒/株，葉果比為 24.4，良株葉果比為 4.3(表 3.4)。

營養生長：平均葉片數為 33.6 片/株，總枝長 48.2 cm，分枝數 5.2 枝，刺長 1.0 cm，平均節間長 1.5 cm(表 3.5)。

綜合指標：評分為 63.4 分，良株評分為 97.0 分(表 3.6)。整體而言，以茂谷柑為砧木之植株並不高產，雖然枝條生長的量與虎頭柑相差不遠，但茂谷柑砧木苗的育成時間甚長，因此不具生產潛力。

#### (七)枳柚

生殖生長：平均結果數為 4.2 粒/株，結果率為 100%，良率為 40%，良株結果數為 5.5 粒/株，葉果比為 2.5，良株葉果比為 1.8(表 3.4)。

營養生長：平均葉片數為 5.4 片/株，總枝長 4.4 cm，分枝數 1.0 枝，刺長 0.2 cm，平均節間長 0.8 cm(表 3.5)。

綜合指標：評分為 77.6 分，良株評分為 89.5 分(表 3.6)。整體而言，以枳柚為砧木之植株從葉果比的角度看似高產，但植株特別矮小導致實際產量並不高，如果作為盆栽砧木應該有潛力。



### 試驗三、高接砧木對金豆柑生長之影響



#### (一) 椪柑

生殖生長：平均單穗結果數為 17.7 粒，全樹共有 15 個接穗，推測全數共結 265.1 粒果，葉果比為 0.6 (表 3.7)。

營養生長：平均單穗葉片數為 8.8 片，單穗枝長為 11.5 cm，單穗分枝數為 1.2 枝，刺長為 1.2 cm，平均節間長為 1.2 cm (表 3.8)。

綜合指標：以椪柑為砧木之植株可以得 98.0 分(表 3.7)。整體來說，以椪柑為砧木之植株相當高產，應該具有生產潛力。但樹皮薄又形狀不規則，嫁接困難。

#### (二) 四季桔

生殖生長：平均單穗結果數為 25.8 粒，全樹共有 39 個接穗，推測全數共結 1007.4 粒果，葉果比為 0.8 (表 3.7)。

營養生長：平均單穗葉片數為 17.8 片，單穗枝長為 29.1 cm，單穗分枝數為 1.7 枝，刺長為 1.6 cm，平均節間長為 1.6 cm (表 3.8)。

綜合指標：以四季桔為砧木之植株可以得 99.0 分(表 3.7)。整體來說，以四季桔為砧木之植株相當高產，活力比椪柑旺盛，是高接砧木中最好的。

#### 果花期觀測(綜合三個試驗結果)：

由開花結果曲線可看出金豆柑是高溫誘導開花的柑橘類，每年從 7 月初開始開花，之後開花結果是持續增加，8 月中達到第一高峰，之後發生落果，10 月初達到第二高峰，此後至過年前便不再開花(圖 3.18)。

#### 四、討論(Discussion)

不同的砧木能夠使金豆柑的生長勢產生不一樣的變化，可能發生矮化也可能喬木化，果實產量有豐產也有減產。但營養生長和生殖生長並非絕對是相對的，如枳柚實生小苗和枳是豐產又矮化，虎頭柑和枳橙是豐產又喬木化，茂谷柑則是減產又喬木化。金豆柑的開花期從 7 月開始到 10 月結束，不論先後順序所有的果實都會保持綠熟的狀態，直到隔年 1 月才會一起轉色，正好符合過年的市場需求。

##### 試驗一、現代商業(常用)砧木對金豆柑生長之影響

以酸桔為砧木之植株在第一年的產量偏低(圖 3.1)，但第二年就進入高產階段(圖 3.2)，與 Cohen and Reitz (1963)、Hume (1957)、Lawrence and Bridges (1973) 和 Ziegler and Wolfe (1973)之研究結果相似。雖然少量發生敗壞，疑似感染根腐病(Wutscher, 1979)。由於台灣的客家人喜歡吃桔醬故大量種植酸桔，酸桔苗木在台灣的市場上相當常見，每株售價大約台幣 50 元，因此在五寸盆盆栽的生產上利用價值最高。

以枳橙為砧木之植株在第一年就有很好的產量(圖 3.3)，到第二年產量更高(圖 3.4)，與 Gardner and Horanic (1958)、Hutchison (1978)、Webber (1948)和 Wutscher (1978)之研究結果相似。其抗寒與抗病性良好，在為期兩年的試驗中，沒有任何敗壞的情況發生。因此枳橙是生產五寸盆盆栽最理想的砧木，但枳橙苗木目前在市場上較難取得，種子也稀少(Hutchison, 1978；Webber, 1948)，使用起來成本會較高。

以枳柚(圖 3.5)和枳(圖 3.7)為砧木之植株雖然在第一年產量不差，但自第一年起就不斷發生敗壞，第二年的產量也下降(圖 3.6 和圖 3.8)。兩種砧樹的植株幾乎長不大，而且枳砧樹的蟲害特別嚴重，介殼蟲的數量十分驚人，且噴藥防治也難以根除。因此在台灣不建議使用枳柚和枳砧木。

## 試驗二、古典或業餘(少用)砧木對金豆柑生長之影響

以檸檬為砧木之植株品質穩定且相當高產(圖 3.9)，與 Gardner and Horanic (1958)、Hutchison (1978)、Webber (1948)和 Wutscher (1978)之研究結果相似。雖然以檸檬為砧木之植株所結的果實在鮮食的商品價值低下(Cooper and Lime, 1960; Webber, 1948; Ziegler and Wolfe, 1961)，在本試驗中金豆柑只做觀賞盆栽，所以無妨。以檸檬為砧木之植株的節間長是少用砧木中最短的，最能貼近梁 (1990)所提出小品盆栽必須易於矮化、不徒長且節間短的要求，具有良好的分枝性也較容易達成茂密的狀態。同時兼具果實多、樹型優美和品質穩定的優點，檸檬是生產三寸盆盆栽的首選砧木。美中不足的是由於檸檬種子稀少，苗木成本較高，應當開發無性繁殖技術，以大量繁殖。檸檬將會在下個章節進行深入研究。

以柳丁為砧木之植株的產量在個體間表現兩極化，40%的個體植株矮小且高產，具有商品價值，但另外 60%的個體植株徒長，有刺很長、節間很長和完全不結果的現象(圖 3.10)。正如 Wutscher (1979)認為甜橙砧樹的樹型較大，且較晚進入高產階段的觀點類似。雖然，在初步的試驗中，柳丁的表現不如檸檬，它還是很有潛力。除了那 40%的植株觀賞價值不輸以檸檬為砧木之植株以外，以甜橙為砧木之植株直到五六十歲依然高產(Wutscher, 1979)也是盆栽很重要的元素。柳丁將會在下個章節進行深入研究。

以蜜柚為砧木之植株產量不穩定，有 40%的個體具有商品價值，另外 60%的個體植株與以柳丁為砧木之植株類似，同樣有刺很長和節間很長的現象，但會零星結果(圖 3.11)。產量雖然如 Hume (1957)、Webber (1948)和 Ziegler and Wolfe (1961)的研究一樣令人失望，其中那 40%的植株觀賞價值也不輸以檸檬為砧木之植株，且蜜柚種子相當多，作為生產盆栽的砧木很有潛力。蜜柚將會在下個章節進行深入研究。

以虎頭柑為砧木之植株雖然有 20%的個體不結果，但平均產量依然是所有少用砧木中最高的，與田中(1948)的預測相同，應該有機會成為新興的現代商業砧木(圖 3.12)。然而以虎頭柑為砧木之植株所產生的刺是本試驗之所有砧木中最長

的，樹型也不漂亮，因此不適合做為盆栽。不過虎頭柑砧樹的枝條筆直而健壯、節間很長且發芽性很好，因此在盆栽生產過程中，可以做為採穗母株，拿來當作綠籬使用也是很好的選擇。虎頭柑將會在下個章節進行深入研究。

以西施柚為砧木之植株在各種生殖生長和營養生長的指標都與虎頭柑相當類似，但因為植株相對巨大，如果做為生產接穗的用途則太佔空間，可考慮做大型盆栽或庭木使用(圖 3.13)。

以茂谷柑為砧木之植株雖然 60%的個體會結果，但只有 20%具有商品價值(圖 3.14)。茂谷柑實生苗生長緩慢，所耗費的時間大約是蜜柚實生苗的兩倍，而且節間短、枝條彎彎曲曲，導致嫁接困難，並不理想。

以枳柚為砧木之植株結果率高達 100%，葉果比是本試驗試驗中最低的。但由於樹型特別矮小，如做為一般三寸盆盆栽使用，會顯得很空虛(圖 3.15)。可考慮使用於超迷你盆栽(豆盆栽)。

### 試驗三、高接砧木對金豆柑生長之影響

以四季桔為砧木之植株相當高產，同時營養生長非常健壯(圖 3.16)。可見四季桔是金柑屬作物的優良砧木，此與 Olson (1954, 1958)和 Olson et al. (1962)的研究結果相同。金豆柑在四季桔砧木上變得很不像金豆柑，不但葉片大小接近甜橙，平均單一枝條長度接近 30 cm，原本株高不會超過一公尺，甚至出現刺上開花、刺上長葉和三叉刺的現象(圖 3.19)。以產量和生長勢來看，四季桔是大型盆栽最好的砧木。

以椪柑為砧木之植株也相當高產(圖 3.17)，如果以血緣推估，表現應該與酸桔砧樹相近(Wutscher, 1979)。椪柑苗木生長較慢，而且樹皮薄又有稜有角，嫁接難度高，因此較不建議使用。

花期觀測(綜合三個試驗結果)：

由開花結果曲線可看出金豆柑是高溫誘導開花的柑橘類，每年從7月初開始開花，之後開花結果是持續增加，8月中達到第一高峰，之後發生落果，10月初達到第二高峰，此後至過年前便不再開花(圖 3.18)。由此可知，一切大幅度的修剪和整枝最好在8月中之前完成，直到10月初前只能做小幅度的整理，過了10月初之後絕對要避免任何的整枝修剪，以免造成不結果。


金豆柑有四種開花型態。第一種型態是最常見的側芽或頂芽開花，同一個節點通常可以結3粒果，是完熟枝條開花的型態，且同一枝條可以年年重複開花。第二種型態是總狀花序，當植株養分充足時，側芽或頂芽會抽長形成花序，之後結成串果，以蜜柚為砧木之植株發生率最高。第三種型態是花葉混和芽，當剛剛進入盛花期前對完熟枝條做短截修剪，發出來的新芽即會變為花葉混和芽，同樣會形成串果。第四種型態是刺上開花，非常罕見，只發生在非常粗壯的徒長枝上，目前在以四季桔砧樹和虎頭柑為砧木之植株上有觀察到，雖然目前沒有任何用處，但可以證實柑橘刺屬於退化側枝演變而來，而非源自葉片退化(圖 3.19)。

## 五、結論(Conclusion)

現代商業砧木中，可以確定酸桔和枳橙能夠作為五寸盆盆栽生產所使用的砧木。其中以酸桔為砧木之植株較晚進入高產階段，在嫁接當年達到產品標準的植株比例較低，必須種植到隔年，才能達到最佳的狀態。而以枳橙為砧木植株在嫁接當年即可達到產品的標準。古典或業餘砧木中，檸檬、柳丁和蜜柚具有生產盆栽的潛力，虎頭柑具有生產接穗和採果的潛力，將在第四章深入研究。高接砧木中的四季桔是做為大型盆栽生產最好的砧木。

表 3.1. 現代商業砧木對金豆柑生殖生長之影響。

Table 3.1. Effects of modern commercial rootstock varieties on thereproductive growth of *Fortunella hindsii*.



常用砧木	結果數(粒)		結果率		良率	
	第一年	第二年	第一年	第二年	第一年	第二年
酸桔	5.3b	26.4a	40%	100%	20%	100%
枳橙	17.6a	29.6a	100%	100%	100%	100%
枳柚	5.8b	9.3b	80%	60%	60%	40%
枳	9.4ab	9.5b	80%	40%	60%	40%

常用砧木	良株結果數(粒)		葉果比(葉/果)	
	第一年	第二年	第一年	第二年
酸桔	10.5ab	26.4ab	7.0a	3.5a
枳橙	17.6a	29.6a	2.4b	2.3ab
枳柚	8.0b	14.0b	4.3a	3.2ab
枳	14.7a	9.5b	1.8c	2.2b

Different letters in a column show significant difference by LSD at  $P \leq 0.05$ .

表 3.2. 現代商業砧木對金豆柑營養生長之影響。

Table 3.2. Effects of modern commercial rootstock varieties on the vegetative growth of *Fortunella hindsii*.

常用砧木	葉片數(片)		總枝長 cm		分枝數(枝)	
	第一年	第二年	第一年	第二年	第一年	第二年
酸桔	41.5a	64.8a	35.5ab	94.1a	6.3a	8.0a
枳橙	35.0ab	56.2a	24.8a	75.6ab	5.4ab	7.6a
枳柚	27.0bc	34.0b	24.0b	66.9b	4.0bc	7.0a
枳	20.3c	20.5c	21.1b	30.0c	2.8c	3.0b

常用砧木	刺長 cm		平均節間長 cm	
	第一年	第二年	第一年	第二年
酸桔	0.3b	1.0a	0.8b	1.5b
枳橙	0.8a	1.3a	1.0a	1.3b
枳柚	0.4b	1.2a	0.8b	2.0a
枳	0.4b	0.6b	0.9ab	1.5b

Different letters in a column show significant difference by LSD at  $P \leq 0.05$ .

表 3.3. 現代商業砧木對金豆柑綜合指標之影響。

Table 3.3. Effects of modern commercial rootstock varieties on the composite index of *Fortunella hindsii*.

常用砧木	敗樣率		綜合評分		良株評分	
	第一年	第二年	第一年	第二年	第一年	第二年
酸桔	20%	0%	68.0b	93.8a	90.0a	93.8a
枳橙	0%	0%	88.4a	92.6a	88.4a	92.6a
枳柚	20%	40%	86.0a	73.7b	86.0a	89.5b
枳	20%	60%	82.3ab	88.5b	93.3a	88.5b

Different letters in a column show significant difference by LSD at  $P \leq 0.05$ .



表 3.4. 古典或業餘砧木對金豆柑生殖生長之影響。

Table 3.4. Effects of classical or casual rootstock varieties on thereproductive growth of *Fortunella hindsii*.

少用砧木	結果數(粒)	結果率	良率	良株結果數(粒)
檸檬	10.2a	100%	80%	11.8b
柳丁	3.2b	40%	40%	8.0bcd
蜜柚	2.2b	60%	40%	5.0d
西施柚	18.2a	80%	80%	22.8a
虎頭柑	18.6a	80%	80%	23.3a
茂谷柑	2.2b	60%	20%	9.0c
枳柚	4.2b	100%	40%	5.5d

少用砧木	葉果比(葉/果)	良株葉果比(葉/果)
檸檬	4.3b	3.1ab
柳丁	3.3bc	3.3ab
蜜柚	10.4ab	3.6b
西施柚	3.4bc	3.5ab
虎頭柑	1.6d	1.6c
茂谷柑	24.4a	4.3a
枳柚	2.5c	1.8c

Different letters in a column show significant difference by LSD at  $P \leq 0.05$ .

表 3.5. 古典或業餘砧木對金豆柑營養生長之影響。

Table 3.5. Effects of classical or casual rootstock varieties on the vegetative growth of *Fortunella hindsii*.

少用砧木	葉片數(片)	總枝長 cm	分枝數(枝)
檸檬	26.6c	19.5d	4.4bc
柳丁	28.6bc	27.8c	3.4cd
蜜柚	16.8d	15.7d	2.8de
西施柚	50.4a	84.2a	6.2a
虎頭柑	33.4bc	52.5b	2.6e
茂谷柑	33.6b	48.2b	5.2ab
枳柚	5.4e	4.4e	1.0f

少用砧木	刺長 cm	平均節間長 cm
檸檬	0.3d	0.7d
柳丁	1.2b	0.9bc
蜜柚	0.7c	0.9b
西施柚	1.6b	1.7a
虎頭柑	2.0a	1.6a
茂谷柑	1.0b	1.5a
枳柚	0.2d	0.8cd

Different letters in a column show significant difference by LSD at  $P \leq 0.05$ .



表 3.6. 古典或業餘砧木對金豆柑綜合指標之影響。

Table 3.6. Effects of classical or casual rootstock varieties on the composite index of *Fortunella hindsii*.

少用砧木	評分	良株評分
檸檬	92.0a	97.5a
柳丁	67.2bc	95.5ab
蜜柚	66.0c	86.5bc
西施柚	84.8ab	93.8b
虎頭柑	85.8ab	96.0a
茂谷柑	63.4c	97.0a
枳柚	77.6bc	89.5c

Different letters in a column show significant difference by LSD at  $P \leq 0.05$ .

表 3.7. 高接砧木對金豆柑生殖生長之影響。

Table 3.7. Effects of understock varieties on thereproductive growth of *Fortunella hindsii*.

高接砧木	單穗結果數(粒)	接穗數(個)	推測總結果數(粒)
椪柑	17.7b	15	265.1
四季桔	25.8a	39	1007.4

高接砧木	葉果比(葉/果)	參考評分
椪柑	0.6a	98
四季桔	0.8a	99

Different letters in a column show significant difference by LSD at  $P \leq 0.05$ .

表 3.8. 高接砧木對金豆柑生殖生長之影響。

Table 3.8. Effects of understock varieties on thereproductive growth of *Fortunella hindsii*.

高接砧木	單穗葉片數(片)	單穗枝長 cm	單穗分枝數(枝)
椪柑	8.8b	11.5b	1.2b
四季桔	17.8a	29.1a	1.7a

高接砧木	刺長 cm	平均節間長 cm
椪柑	1.2b	1.2b
四季桔	1.6a	1.6a

Different letters in a column show significant difference by LSD at  $P \leq 0.05$ .



圖 3.1. 以酸桔砧木嫁接嫁接金豆柑在第一年的表現。

Fig. 3.1. The performance of *Fortunella hindsii* trees on sunki rootstocks in the first year.



圖 3.2. 以酸桔砧木嫁接嫁接金豆柑在第二年的表現。

Fig. 3.2. The performance of *Fortunella hindsii* trees on sunki rootstocks in the second year.

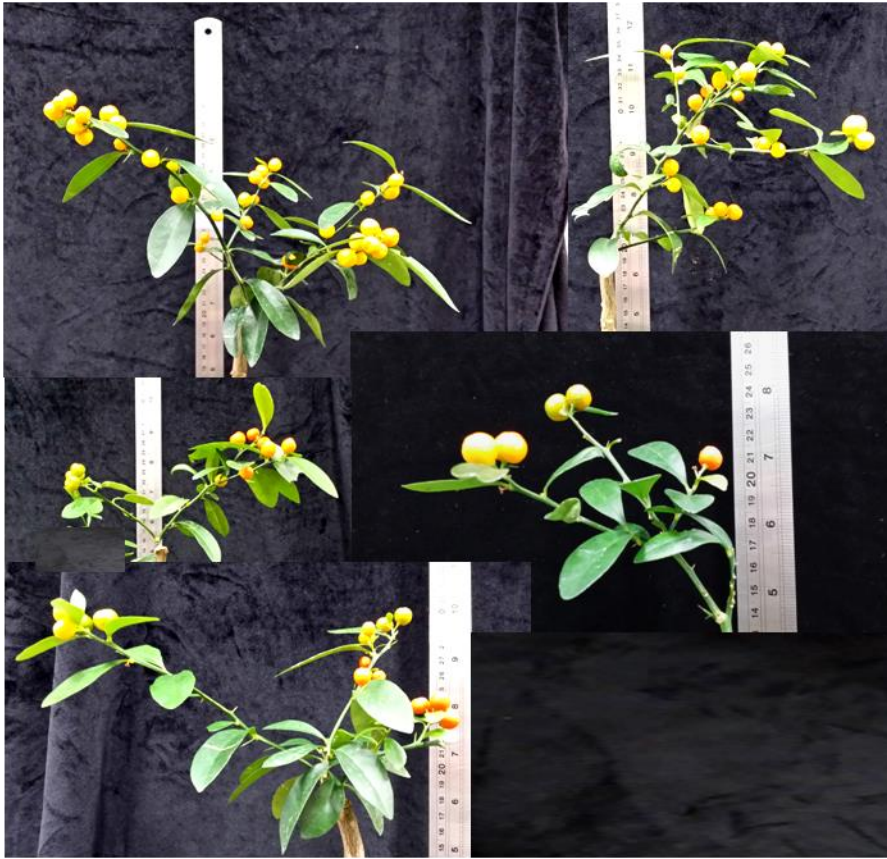


圖 3.3. 以枳橙砧木嫁接嫁接金豆柑在第一年的表現。

Fig. 3.3. The performance of *Fortunella hindsii* trees on citrange rootstocks in the first year.





圖 3.4. 以枳橙砧木嫁接嫁接金豆柑在第二年的表現。

Fig. 3.4. The performance of *Fortunella hindsii* trees on citrange rootstocks in the second year.



圖 3.5. 以枳柚砧木嫁接嫁接金豆柑在第一年的表現。

Fig. 3.5. The performance of *Fortunella hindsii* trees on citrumelo rootstocks in the first year.



圖 3.6. 以枳柚砧木嫁接嫁接金豆柑在第二年的表現。

Fig. 3.6. The performance of *Fortunella hindsii* trees on citrumelo rootstocks in the second year.



圖 3.7. 以枳砧木嫁接嫁接金豆柑在第一年的表現。

Fig. 3.7. The performance of *Fortunella hindsii* trees on trifoliate orange rootstocks in the first year.



圖 3.8. 以枳砧木嫁接嫁接金豆柑在第二年的表現。

Fig. 3.8. The performance of *Fortunella hindsii* trees on trifoliate orange rootstocks in the second year.



圖 3.9. 以檸檬砧木嫁接嫁接金豆柑的表現。

Fig. 3.9. The performance of *Fortunella hindsii* trees on lemon rootstocks.



圖 3.10. 以柳丁砧木嫁接嫁接金豆柑的表現。

Fig. 3.10. The performance of *Fortunella hindsii* trees on sweet orange rootstocks.



圖 3.11. 以蜜柚砧木嫁接嫁接金豆柑的表現。

Fig. 3.11. The performance of *Fortunella hindsii* trees on grapefruit rootstocks.





圖 3.12. 以虎頭柑砧木嫁接嫁接金豆柑的表現。

Fig. 3.12. The performance of *Fortunella hindsii* trees on Hutou Gan rootstocks.



圖 3.13. 以西施柚砧木嫁接嫁接金豆柑的表現。

Fig. 3.13. The performance of *Fortunella hindsii* trees on pomelo rootstocks.



圖 3.14. 以茂谷柑砧木嫁接嫁接金豆柑的表現。

Fig. 3.14. The performance of *Fortunella hindsii* trees on Honey Murcott rootstocks.



圖 3.15. 以枳柚砧木嫁接嫁接金豆柑的表現。

Fig. 3.15. The performance of *Fortunella hindsii* trees on citrumelo rootstocks.



圖 3.16. 以四季桔砧木高接金豆柑的表現。

Fig. 3.16. The performance of *Fortunella hindsii* trees on calamondin understocks.



圖 3.17. 以椪柑砧木高接金豆柑的表現。

Fig. 3.17. The performance of *Fortunella hindsii* trees on mandarin understocks.

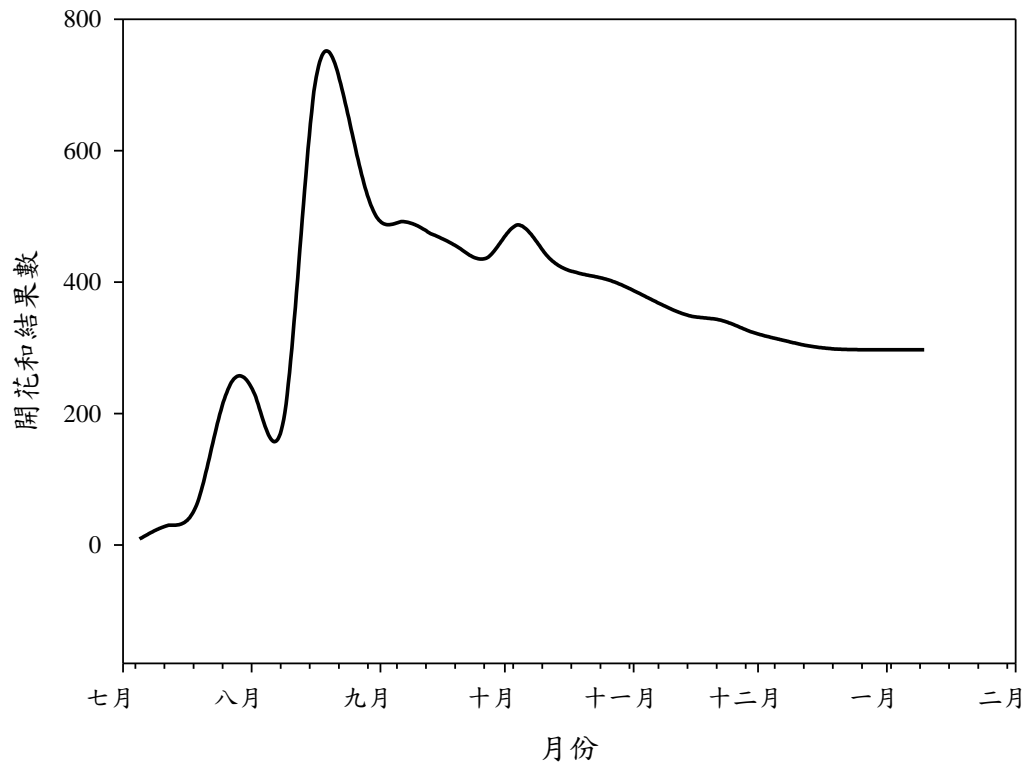


圖 3.18. 金豆柑在一年當中開花和結果的數量。

Fig. 3.18. The flowers and fruits number of *Fortunella hindsii* in a year.



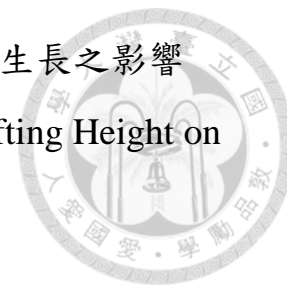
圖 3.19. 以四季桔高接金豆柑在針刺上產生的變異。

Fig. 3.19. The mutations of *Fortunella hindsii* thorn on calamondin understock.



#### 第四章 修剪方式、盆器大小和嫁接高度對金豆柑生長之影響

### Chapter 4. Effects of Pruning Method, Pot Size and Grafting Height on the Growth of *Fortunella hindsii*



#### 摘要(Abstract)

本章節延續第三章的實驗結果，使用具有潛力的四種少用砧木，包含檸檬 (*Citrus limon*)、柳丁 (*Citrus sinensis*)、蜜柚 (*Citrus x paradisi*) 和虎頭柑 (*Citrus kotokan*) 進行深入的研究，找出它們在盆栽生產流程中最適當的使用方式。檸檬、柳丁和蜜柚是要生產盆栽使用的砧木，虎頭柑則是生產優良接穗使用的砧木。以檸檬為砧木之植株進行三寸盆不修剪、三寸盆摘心和五寸盆不修剪 3 種試驗。以柳丁為砧木之植株進行三寸盆不修剪、三寸盆強剪和五寸盆不修剪 3 種試驗。以蜜柚為砧木之植株進行三寸盆不修剪、三寸盆強剪、五寸盆不修剪和三寸盆雙株 4 種試驗。虎頭柑砧木進行 11 cm、22 cm 和 33 cm 等 3 種嫁接高度之試驗。結果發現以檸檬為砧木之植株三寸盆摘心處理具有最高的結果數，是檸檬作為盆栽生產砧木最好的處理方法。以柳丁為砧木之植株五寸盆不修剪處理具有最高的結果數和良率，是柳丁作為盆栽生產砧木最好的處理方法，強剪無法提高結果率。以蜜柚為砧木之植株五寸盆不修剪和三寸盆雙株處理有最高的結果數和良率，都是蜜柚作為盆栽生產砧木最好的處理方法，強剪雖能提高結果率卻無法提高良率。在虎頭柑砧樹生產接穗的試驗中，22 cm 是接穗產量最高的嫁接高度。



## 一、前言(Introduction)

在第三章的試驗結果中，發現檸檬、柳丁和蜜柚具有生產盆栽的潛力。虎頭柑則具有生產接穗的潛力。在上一章節僅做初步選拔，但本章節所做的研究則是深入探討，找出以檸檬、柳丁、蜜柚和虎頭柑為砧木之植株最好的使用方式。

通過摘心，可以促進新梢生長，並使盆栽金柑的結果數提高超過 2 倍，也可以讓樹冠層更加優美(楊，2004)。通過徒長枝短截加上疏剪，可以使金柑植株的枝條分布均勻並提高結果率(周與上官，1997)。盆植的金豆柑由於根系生長受限制，較田間種植的金豆柑提早進入成年期，開花數量也較高(李與胡，2005)。有研究報告指出，比起低的嫁接高度，高的嫁接高度使果實產量較低(Labnauskas et al., 1976)。由此可以看出修剪方式、盆器大小和嫁接高度都能夠影響產量。故本章節進行以檸檬為砧木之植株三寸盆不修剪、三寸盆摘心和五寸盆不修剪 3 種試驗，以柳丁為砧木之植株三寸盆不修剪、三寸盆強剪和五寸盆不修剪 3 種試驗，以蜜柚為砧木之植株三寸盆不修剪、三寸盆強剪、五寸盆不修剪和三寸盆雙株 4 種試驗，虎頭柑砧木 11 cm、22 cm 和 33 cm 等 3 種嫁接高度之試驗。

## 二、材料與方法(Materials and Methods)

### (一)植物材料

本研究使用的金豆柑，為著者自家花園收藏之十年生成熟且穩定開花之根插苗金豆柑盆栽的枝條。檸檬、柳丁、蜜柚和虎頭柑砧木則是收集種子自行播種，先播種於聚苗盆中，再挑選優良植株定植於三寸或五寸盆中。

在嫁接成活後，放任植株自然生長。盆中施用好康多(1 號 14-11-13)緩效肥，盆中雜草只剪短而不拔除，砧木發芽要摘除，植株依試驗需求摘心或強剪。

### (二)試驗方法

本章節分為檸檬(三寸不修剪、三寸摘心、五寸不修剪)、柳丁(三寸不修剪、三寸強剪、五寸不修剪)、蜜柚(三寸不修剪、三寸強剪、五寸不修剪、三寸雙株)

和虎頭柑(11 cm、22 cm、33 cm)四個試驗，共使用 4 個砧木品種。試驗地點在台灣大學花卉館的四樓溫室中，於前一年的年底將砧木種植妥善，春季進行嫁接，過年前調查生長性狀。



每種處理都使用切接法，每枝接穗取用金豆柑成株的八分熟新生枝條 1 到 2 個節，並切除 2/3 葉子。嫁接時以石蠟膜固定，並用夾鏈袋包覆，同時可防止水分散失和防止淋到雨。套袋時間持續 1 至 2 週，等到綠芽發出後，將夾鏈袋打開透氣，但依然罩著接穗防止雨淋。再過 1 週後移除夾鏈袋。

#### 試驗一、修剪方式和盆器大小對檸檬砧木嫁接金豆柑生長之影響

將檸檬種子從果實中取出，以清水將黏稠的物質洗淨並擦乾，之後將種皮剝除，播種在聚苗盆中。待小苗長出 3 至 5 片本葉後，挑選生命力旺盛且品質一致的小苗單獨定植於三寸盆或五寸盆中。待小苗莖部木質化且與金豆柑接穗等粗時進行嫁接。嫁接時保留砧木下部 6 至 8 片葉子，幫助接穗的芽體成長。分為三寸不修剪、三寸摘心和五寸不修剪，總共 3 個處理，每個處理 5 重複。

簡稱	處理方式
三寸盆不修剪	同第三章的試驗，放任生長。
三寸盆摘心	在每個枝條停稍後，剪去尾端兩三葉，促進分枝。
五寸盆不修剪	同第三章的試驗，放任生長，但改成種植在五寸盆中。

#### 試驗二、修剪方式和盆器大小對柳丁砧木嫁接金豆柑生長之影響

將柳丁種子從果實中取出，以清水將黏稠的物質洗淨並擦乾，之後將種皮剝除，播種在聚苗盆中。待小苗長出 3 至 5 片本葉後，挑選生命力旺盛且品質一致的小苗單獨定植於三寸盆或五寸盆中。待小苗莖部木質化且與金豆柑接穗等粗時進行嫁接。嫁接時保留砧木下部 6 至 8 片葉子，幫助接穗的芽體成長。分為三寸不修剪、三寸強剪和五寸不修剪，總共 3 個處理，每個處理 5 重複。

簡稱	處理方式
三寸盆不修剪	同第三章的試驗，放任生長。
三寸盆強剪	將徒長枝從基部剪除，其他強勢枝條剪除 2/3。
五寸盆不修剪	同第三章的試驗，放任生長，但改成種植在五寸盆中。

#### 試驗三、修剪方式和盆器大小對蜜柚砧木嫁接金豆柑生長之影響

將蜜柚種子從果實中取出，以清水將黏稠的物質洗淨並擦乾，之後將種皮剝除，播種在聚苗盆中。待小苗長出 3 至 5 片本葉後，挑選生命力旺盛且品質一致的小苗單獨或雙株定植於三寸盆或五寸盆中。待小苗莖部木質化且與金豆柑接穗等粗時進行嫁接。嫁接時保留砧木下部 6 至 8 片葉子，幫助接穗的芽體成長。分為三寸不修剪、三寸強剪、五寸不修剪和三寸雙梗，總共 4 個處理，每個處理 5 重複。

簡稱	處理方式
三寸盆不修剪	同第三章的試驗，放任生長。
三寸盆強剪	將徒長枝從基部剪除，其他強勢枝條剪除 2/3。
五寸盆不修剪	同第三章的試驗，放任生長，但改成種植在五寸盆中。
三寸盆雙株	定植時將兩株相當的砧木根部緊靠種植，使根系融合成一體。

#### 試驗四、嫁接高度對虎頭柑砧木嫁接金豆柑生長之影響

將虎頭柑種子從果實中取出，以清水將黏稠的物質洗淨並擦乾，之後將種皮剝除，播種在聚苗盆中。待小苗長出 3 至 5 片本葉後，挑選生命力旺盛且品質一致的小苗單獨定植於三寸盆中。在進行嫁接之前，先將砧木的側枝清除。之後依試驗需求長度進行嫁接。分為 11 cm、22 cm 和 33 cm，總共 3 個處理，每個處理 5 重複。



### (三)調查項目

1. 結果數和良株結果數：結果數是每個處理中所結的果實總數除以該處理的植株總數。良株結果數是每個處理中具有商品價值植株的結果數。
2. 結果率：每個處理中有著果植株佔該處理總植株數的百分比。
3. 良率：每個處理中有商品價值植株佔該處理總植株數的百分比。
4. 葉果比和良株葉果比：結 1 個果實所需要的葉片數(葉/果)。無果實植株不列入。良株葉果比每個處理中具有商品價值植株的葉果比。
5. 葉片數：每個處理中單一植株的平均葉片數。
6. 總枝長：每個處理中單一植株接點以上枝長的總和的平均數。
7. 分枝數：每個處理中單一植株的平均分枝數。
8. 刺長：每個處理中各植株最長針刺長度的平均數。
9. 平均節間長：總枝長除以葉片數。
10. 接穗產量：每個處理中單一植株調查當下可作為接穗單位的數量。
11. 高產率：等同盆栽良率，但使用於非盆栽生產的場合。
12. 開花數：每個處理中各植株開花數的平均數。

13. 可利用性評分：綜合結果數、株型和整體的美感進行評分，顯示該砧木的價值。良株評分則單看具商品價值之植株。評分標準參考附錄表 1。



#### (四)統計分析

試驗採用完全逢機試驗設計(CRD)。統計軟體 CoStat6.4 (CoHort Software, Monterey, CA)，以該軟體進行變方分析檢測顯著性，以最小顯著差異(LSD)分析數據差異性。並使用 SigmaPlot11.0(Systat software Inc., USA)繪圖。



### 三、結果(Results)

#### 試驗一、修剪方式和盆器大小對檸檬砧木嫁接金豆柑生長之影響

##### (一)三寸盆摘心

生殖生長：平均結果數為 21.0 粒/株，結果率為 100%，良率為 100%，良株結果數為 21.0 粒/株，葉果比為 2.5，良株葉果比為 2.5 (表 4.1)。

營養生長：平均葉片數為 46.6 片/株，總枝長 60.4 cm，分枝數 7.4 枝，刺長 1.0 cm，平均節間長 1.3 cm (表 4.2)。

綜合指標：評分為 96.8 分，良株評分為 96.8 分(表 4.3)。整體而言，摘心可以使結果數和良率都提高，因此三寸盆摘心是檸檬砧樹最好的使用方法。

##### (二)三寸盆不修剪

生殖生長：平均結果數為 10.2 粒/株，結果率為 100%，良率為 80%，良株結果數為 11.8 粒，葉果比為 4.3，良株葉果比為 3.1(表 4.1)。

營養生長：平均葉片數為 26.6 片/株，總枝長 19.5 cm，分枝數 4.4 枝，刺長 0.3 cm，平均節間長 0.7 cm (表 4.2)。

綜合指標：評分為 92.0 分，良株評分為 97.5 分(表 4.3)。本處理為對照組。

##### (三)五寸盆不修剪

生殖生長：平均結果數為 13.2 粒/株，結果率為 100%，良率為 100%，良株結果數為 13.2 粒/株，葉果比為 3.1，良株葉果比為 3.1 (表 4.1)。

營養生長：平均葉片數為 29.6 片/株，總枝長 37.8 cm，分枝數 4.0 枝，刺長 1.2 cm，平均節間長 1.3 cm (表 4.2)。

綜合指標：評分為 94.4 分，良株評分為 94.4 分(表 4.3)。整體而言，五寸盆不修剪的結果數並沒有顯著提升，只有良率微幅提升，意義不大。

#### 試驗二、修剪方式和盆器大小對柳丁砧木嫁接金豆柑生長之影響

##### (一)五寸盆不修剪

生殖生長：平均結果數為 10.4 粒/株，結果率為 100%，良率為 80%，良株

結果數為 12.3 粒/株，葉果比為 9.13，良株葉果比為 6.0(表 4.4)。

營養生長：平均葉片數為 51.4 片/株，總枝長 66.6 cm，分枝數 7.6 枝，刺長 0.9 cm，平均節間長 1.3 cm(表 4.5)。

綜合指標：評分為 90.2 分，良株評分為 95.8 分(表 4.6)。整體而言，五寸盆不修剪的處理使結果數變為 3 倍，良率變為 2 倍，是以柳丁為砧木之植株最好的使用方法。

### (二)三寸盆強剪

生殖生長：平均結果數為 7.0 粒/株，結果率為 60%，良率為 40%，良株結果數為 17.0 粒/株，葉果比為 15.6，良株葉果比為 2.8(表 4.4)。

營養生長：平均葉片數為 50.2 片/株，總枝長 61.1 cm，分枝數 7.4 枝，刺長 1.2 cm，平均節間長 1.2 cm(表 4.5)。

綜合指標：評分為 70.0 分，良株評分為 96.0 分(表 4.6)。整體而言，三寸盆強剪處理微幅增加結果率，但對良率沒有幫助，對於優良植株則可以增加產量。此方法在商業生產上沒有幫助。

### (三)三寸盆不修剪

生殖生長：平均結果數為 3.2 粒/株，結果率為 40%，良率為 40%，良株結果數為 8.0 粒/株，葉果比為 3.3，良株葉果比為 3.3(表 4.4)。

營養生長：平均葉片數為 28.6 片/株，總枝長 27.8 cm，分枝數 3.4 枝，刺長 1.2 cm，平均節間長 0.9 cm(表 4.5)。

綜合指標：評分為 67.2 分，良株評分為 95.5 分(表 4.6)。本處理為對照組。



### 試驗三、修剪方式和盆器大小對蜜柚砧木嫁接金豆柑生長之影響



#### (一)五寸盆不修剪

生殖生長：平均結果數為 26.4 粒/株，結果率為 100%，良率為 100%，良株結果數為 26.4 粒/株，葉果比為 1.2，良株葉果比為 1.2 (表 4.7)。

營養生長：平均葉片數為 45.2 片/株，總枝長 51.6 cm，分枝數 5.4 枝，刺長 0.8 cm，平均節間長 1.2 cm (表 4.8)。

綜合指標：評分為 96.8 分，良株評分為 96.8 分(表 4.9)。整體而言，五寸盆不修剪的處理使結果數變為 12 倍，良率達到 100%，是以蜜柚為砧木之植株最好的使用方法。

#### (二)三寸盆雙株

生殖生長：平均結果數為 13.4 粒/株，結果率為 100%，良率為 100%，良株結果數為 13.4 粒/株，葉果比為 2.4，良株葉果比為 2.4 (表 4.7)。

營養生長：平均葉片數為 25.2 片/株，總枝長 23.6 cm，分枝數 3.0 枝，刺長 0.6 cm，平均節間長 0.9 cm (表 4.8)。

綜合指標：評分為 95.4 分，良株評分為 95.4 分(表 4.9)。整體而言，三寸盆雙梗處理使結果數變為 6 倍，良率也達到 100%，雖然評分略低於五寸盆不修剪處理，觀賞價值依然相當高，同樣是以蜜柚為砧木之植株最好的使用方法。

#### (三)三寸盆強剪

生殖生長：平均結果數為 4.8 粒/株，結果率為 100%，良率為 40%，良株結果數為 8.5 粒/株，葉果比為 22.5，良株葉果比為 4.6 (表 4.7)。

營養生長：平均葉片數為 41.4 片/株，總枝長 49.3 cm，分枝數 7.0 枝，刺長 1.1 cm，平均節間長 1.2 cm (表 4.8)。

綜合指標：評分為 76.4 分，良株評分為 92.0 分(表 4.9)。整體而言，三寸盆強修剪處理只能提升結果率而無法提升良率，對良株結果數也沒有顯著改善的效果。此方法在商業生產上完全沒有幫助。

#### (四)三寸盆不修剪

生殖生長：平均結果數為 2.2 粒/株，結果率為 60%，良率為 40%，良株結果數為 5.0 粒/株，葉果比為 10.4，良株葉果比為 3.6(表 4.7)。

營養生長：平均葉片數為 16.8 片/株，總枝長 15.7 cm，分枝數 2.8 枝，刺長 0.7 cm，平均節間長 0.9 cm(表 4.8)。

綜合指標：評分為 66.0 分，良株評分為 86.5 分(表 4.9)。本處理為對照組。

#### 試驗四、嫁接高度對虎頭柑砧木嫁接金豆柑生長之影響

##### (一)嫁接點離地 11 cm

生產力：年中接穗數為 27.0 個/株，年底接穗數為 27.6 個/株，年中開花數為 8.2 朵/株，結果數為 18.6 粒/株，結果率為 80%，高產率為 80%，葉果比為 1.6(表 4.10)。

營養生長：年中葉片數為 30.0 片/株，年底葉片數為 33.4 片/株，年中總枝長為 42.7 cm，年底總枝長為 52.5 cm，年中分枝數為 2.4 枝，年底分枝數為 2.6 枝，刺長為 2.0 cm，年中節間長為 1.4 cm，年底節間長為 1.6 cm(表 4.11)。

##### (二)嫁接點離地 22 cm

生產力：年中接穗數為 29.2 個/株，年底接穗數為 44.2 個/株，年中開花數為 4.6 朵/株，結果數為 22.6 粒/株，結果率為 100%，高產率為 80%，葉果比為 2.5(表 4.10)。

營養生長：年中葉片數為 31.4 片/株，年底葉片數為 51.0 片/株，年中總枝長為 43.3 cm，年底總枝長為 78.5 cm，年中分枝數為 2.8 枝，年底分枝數為 3.8 枝，刺長為 1.7 cm，年中節間長為 1.4 cm，年底節間長為 1.5 cm(表 4.11)。此處理最適合採接穗。

##### (三)嫁接點離地 33 cm

生產力：年中接穗數為 29.6 個/株，年底接穗數為 29.0 個/株，年中開花數為 12.8 朵/株，結果數為 27.2 粒/株，結果率為 100%，高產率為 80%，葉果比為 1.3(表 4.10)。

營養生長：年中葉片數為 32.2 片/株，年底葉片數為 31.2 片/株，年中總枝長為 44.7 cm，年底總枝長為 50.6 cm，年中分枝數為 2.2 枝，年底分枝數為 2.4 枝，刺長為 1.7 cm，年中節間長為 1.6 cm，年底節間長為 1.7 cm (表 4.11)。此處理最適合採果。

#### 四、討論(Discussion)

砧木與接穗會互相影響，根系大小會受到接穗影響，樹冠大小也會受到砧木影響，因此使用不同砧木的場合都有不盡相同的方法。摘心可以促進分枝數，使原本就高產的植株結果數更多。但營養生長旺盛的植株，利用強修剪卻壓制不住，反而是令它充分伸展之後會轉向生殖生長。嚴格的限制根系發展，比壓制樹冠發展能夠更有效促進結果。

##### 試驗一、修剪方式和盆器大小對檸檬砧木嫁接金豆柑生長之影響

以檸檬為砧木之植株原本就相當高產，經由摘心處理可以促進分枝生長，使結果數增加更多，此與楊(2004)的研究結果相同。盆器大小對以檸檬為砧木之植株的產量則沒有顯著的影響，由 Marloth (1958)和 Webber (1948)的研究可得知檸檬樹不具有主根且側根發達，不論又輕又深的沙土或有重又淺的黏土都能表現良好，因此以檸檬為砧木之植株能適應各種盆器大小。

綜合本試驗的三個處理來看，三寸盆不修剪處理已經具有商品價值且良率也符合效益(圖 3.9)。五寸盆不修剪處理除了植株變得比較大之外，產量並沒有顯著增加，此處理只會浪費空間(圖 4.2)。而三寸盆摘心處理同時兼具高產、茂密和小巧的美感，是以檸檬為砧木之植株最好的使用方式(圖 4.1)。

##### 試驗二、修剪方式和盆器大小對柳丁砧木嫁接金豆柑生長之影響

以柳丁為砧木之植株在三寸盆不修剪處理中良率偏低，但良株仍具有相當高的觀賞價值。其中不結果植株的葉片數與總枝長較大，因此參考周與上官(1997)

的方式進行修剪管理，但結果並不相同，強剪和短截並沒有辦法壓制徒長枝。五寸盆不修剪處理不但能提高產量，也大幅改善良率，Wutscher (1979)認為甜橙砧樹相對較晚進入高產階段，本處理因為生長空間較大，可以使植株盡情的伸展，大得比較快，因此容易進入高產階段。

綜合本試驗的三個處理來看，三寸盆不修剪處理雖然已經具有商品價值，但良率偏低，商業量產時相當浪費空間(圖 3.10)。三寸盆強剪處理雖然能增加產量，但對良率提升沒有幫助，因此不推薦使用(圖 4.3)。五寸盆不修剪處理可以有效提升產量和良率，樹型也更加自然美觀，是以柳丁為砧木之植株最好的使用方式(圖 4.4)。

### 試驗三、修剪方式和盆器大小對蜜柚砧木嫁接金豆柑生長之影響

以蜜柚為砧木之植株在三寸盆不修剪處理中良率偏低，但良株仍具有相當高的觀賞價值。其中不結果植株的葉片數與總枝長較大，因此參考周與上官(1997)的方式進行修剪管理，但結果並不相同，強剪和短截並沒有辦法壓制徒長枝，雖然使結果率提升至 100%，但良率卻沒有提升。五寸盆不修剪處理不但能提高產量，也大幅改善良率，可能類似於 Wutscher (1979)甜橙砧樹相對較晚進入高產階段的結論，而蜜柚為柚和甜橙的雜交種，本處理因為生長空間較大，可以使植株盡情的伸展，大得比較快，因此容易進入高產階段。三寸盆雙株處理同樣可以使良率提升至 100%，或許是如李與胡(2005)認為限制根系發展可以提早開花結果相同的原因。此觀點和五寸盆不修剪處理的結果看似相違背，但實際上兩者有所不同。三寸盆並沒有真正嚴格限縮到根部的生長空間，所以種植在三寸盆的植株依然努力地長大，營養生長就會旺盛。換到五寸盆時因為空間充足，植株快速進入成熟階段，自然能夠開花結果。但換成是三寸盆雙株處理，實際根系的生長空間只剩 1/2，真正嚴格受限，所以轉成生殖生長。

綜合本試驗的四個處理來看，三寸盆不修剪處理雖然已經具有商品價值，但良率偏低，商業量產時相當浪費空間(圖 3.11)。三寸盆強剪處理雖然能增加結果

率，但對良率提升沒有幫助，因此不推薦使用(圖 4.5)。五寸盆不修剪(圖 4.6)和三寸盆雙株(圖 4.7)處理都可以有效提升產量和良率，樹型也更加自然美觀，都是以蜜柚為砧木之植株最好的使用方式。

值得注意的是，以蜜柚為砧木之植株的良株出現串果的比例特別高，果實の色澤和質地也特別漂亮，很有可能是發生嫁接轉型現象(Hirata, 1986；Kashara et al., 1971；Yagishita, 1961)，應該進一步深入研究。

#### 試驗四、嫁接高度對虎頭柑砧木嫁接金豆柑生長之影響

雖然有研究報告指出，比起低的嫁接高度，高的嫁接高度使果實產量較低(Labnauskas et al., 1976)，本研究發現並不是如此，而是嫁接高度愈高產量也愈高。在營養生長的部分，嫁接高度則與接穗產量不成線性關係，22 cm 的砧木具有最高的接穗產量，大約比 11 cm 和 33 cm 處理的產量高出 50% (圖 4.8 和圖 4.9)。

#### 五、結論(Conclusion)

在三寸盆盆栽的生產，建議使用以檸檬為砧木摘心處理和以蜜柚為砧木雙株處理。在五寸盆盆栽的生產，建議使用以柳丁和蜜柚為砧木，不修剪處理即可，加上摘心植株會更茂密。不論三寸盆或五寸盆盆栽都是春天進行嫁接，直到過年果實會自然成熟，生產過程無須任何產期調節。以虎頭柑 22 cm 為砧木之植株做為採穗母株，請在事先準備妥當。

表 4.1. 修剪方式和盆器大小對檸檬砧木嫁接金豆柑生殖生長之影響。  
 Table 4.1. Effects of pruning method and pot size on the reproductive growth of *Fortunella hindsii* trees on lemon rootstocks.

栽培方式	結果數(粒)	結果率	良率	良株結果數(粒)
三寸盆不修剪	10.2b	100%	80%	11.8b
三寸盆摘心	21.0a	100%	100%	21.0a
五寸盆不修剪	13.2b	100%	100%	13.2b

栽培方式	葉果比(葉/果)	良株葉果比(葉/果)
三寸盆不修剪	4.3a	3.1a
三寸盆摘心	2.5b	2.5a
五寸盆不修剪	3.1ab	3.1a

Different letters in a column show significant difference by LSD at  $P \leq 0.05$ .



表 4.2. 修剪方式和盆器大小對檸檬砧木嫁接金豆柑營養生長之影響。

Table 4.2. Effects of pruning method and pot size on the vegetative growth of *Fortunella hindsii* trees on lemon rootstocks.

栽培方式	葉片數(片)	總枝長 cm	分枝數(枝)
三寸盆不修剪	26.6b	19.5c	4.4b
三寸盆摘心	46.6a	60.4a	7.4a
五寸盆不修剪	29.6b	37.8b	4.0b

栽培方式	刺長 cm	平均節間長 cm
三寸盆不修剪	0.3b	0.7b
三寸盆摘心	1.0a	1.3a
五寸盆不修剪	1.2a	1.3a

Different letters in a column show significant difference by LSD at  $P \leq 0.05$ .

表 4.3. 修剪方式和盆器大小對檸檬砧木嫁接金豆柑綜合指標之影響。

Table 4.3. Effects of pruning method and pot size on the composite index of *Fortunella hindsii* trees on lemon rootstocks.

栽培方式	評分	良株評分
三寸盆不修剪	92.0a	97.5a
三寸盆摘心	96.8a	96.8ab
五寸盆不修剪	94.4a	94.4b

Different letters in a column show significant difference by LSD at  $P \leq 0.05$ .

表 4.4. 修剪方式和盆器大小對柳丁砧木嫁接金豆柑生殖生長之影響。  
 Table 4.4. Effects of pruning method and pot size on the reproductive growth of *Fortunella hindsii* trees on sweet orange rootstocks.

栽培方式	結果數(粒)	結果率	良率	良株結果數(粒)
三寸盆不修剪	3.2b	40%	40%	8.0b
三寸盆強剪	7.0ab	60%	40%	17.0a
五寸盆不修剪	10.4a	100%	80%	12.3b

栽培方式	葉果比(葉/果)	良株葉果比(葉/果)
三寸盆不修剪	3.3b	3.3ab
三寸盆強剪	15.6ab	2.8b
五寸盆不修剪	9.1a	6.0a

Different letters in a column show significant difference by LSD at  $P \leq 0.05$ .





表 4.5. 修剪方式和盆器大小對柳丁砧木嫁接金豆柑營養生長之影響。

Table 4.5. Effects of pruning method and pot size on the vegetative growth of *Fortunella hindsii* trees on sweet orange rootstocks.

栽培方式	葉片數(片)	總枝長 cm	分枝數(枝)
三寸盆不修剪	28.6b	27.8b	3.4b
三寸盆強剪	50.2a	61.1a	7.4a
五寸盆不修剪	51.4a	66.6a	7.6a

栽培方式	刺長 cm	平均節間長 cm
三寸盆不修剪	1.2a	0.9b
三寸盆強剪	1.2a	1.2a
五寸盆不修剪	0.9a	1.3a

Different letters in a column show significant difference by LSD at  $P \leq 0.05$ .

表 4.6. 修剪方式和盆器大小對柳丁砧木嫁接金豆柑綜合指標之影響。

Table 4.6. Effects of pruning method and pot size on the composite index of *Fortunella hindsii* trees on sweet orange rootstocks.

栽培方式	評分	良株評分
三寸盆不修剪	67.2b	95.5a
三寸盆強剪	70.0b	96.0a
五寸盆不修剪	90.2a	95.8a

Different letters in a column show significant difference by LSD at  $P \leq 0.05$ .

表 4.7. 修剪方式和盆器大小對蜜柚砧木嫁接金豆柑生殖生長之影響。  
 Table 4.7. Effects of pruning method and pot size on the reproductive growth of  
*Fortunella hindsii* trees on grapefruit rootstocks.

栽培方式	結果數(粒)	結果率	良率	良株結果數(粒)
三寸盆不修剪	2.2c	60%	40%	5.0c
三寸盆強剪	4.8c	100%	40%	8.5c
五寸盆不修剪	26.4a	100%	100%	26.4a
三寸盆雙株	13.4b	100%	100%	13.4b

栽培方式	葉果比(葉/果)	良株葉果比(葉/果)
三寸盆不修剪	10.4a	3.6b
三寸盆強剪	22.5a	4.6a
五寸盆不修剪	1.2c	1.2d
三寸盆雙株	2.4b	2.4c

Different letters in a column show significant difference by LSD at  $P \leq 0.05$ .

表 4.8. 修剪方式和盆器大小對蜜柚砧木嫁接金豆柑營養生長之影響。  
 Table 4.8. Effects of pruning method and pot size on the vegetative growth of *Fortunella hindsii* trees on grapefruit rootstocks.

栽培方式	葉片數(片)	總枝長 cm	分枝數(枝)
三寸盆不修剪	16.8c	15.7c	2.8b
三寸盆強剪	41.4a	49.3a	7.0a
五寸盆不修剪	45.2a	51.6a	5.4a
三寸盆雙株	25.2b	23.6b	3.0b

栽培方式	刺長 cm	平均節間長 cm
三寸盆不修剪	0.7bc	0.9b
三寸盆強剪	1.1a	1.2a
五寸盆不修剪	0.8b	1.2a
三寸盆雙株	0.6c	0.9b

Different letters in a column show significant difference by LSD at  $P \leq 0.05$ .


表 4.9. 修剪方式和盆器大小對蜜柚砧木嫁接金豆柑綜合指標之影響。  
 Table 4.9. Effects of pruning method and pot size on the composite index of *Fortunella hindsii* trees on grapefruit rootstocks.

栽培方式	評分	良株評分
三寸盆不修剪	66.0c	86.5ab
三寸盆強剪	76.4c	92.0ab
五寸盆不修剪	96.8a	96.8a
三寸盆雙株	95.4b	95.4b

Different letters in a column show significant difference by LSD at  $P \leq 0.05$ .

表 4.10. 嫁接高度對虎頭柑砧木嫁接金豆柑生產力之影響。

Table 4.10. Effects of grafting height on the productivity of *Fortunella hindsii* trees on Hutou Gan rootstocks.



嫁接高度	產接穗數(個)		年中開花數(朵)	年底結果數(粒)
	年中	年底		
11cm	27.0a	27.6b	8.2a	18.6b
22cm	29.2a	44.2a	4.6a	22.6ab
33cm	29.6a	29.0b	12.8a	27.2a


  

嫁接高度	結果率	高產率	葉果比(葉/果)
11cm	80%	80%	1.6b
22cm	100%	80%	2.3a
33cm	100%	80%	1.3b

Different letters in a column show significant difference by LSD at  $P \leq 0.05$ .

表 4.11. 嫁接高度對虎頭柑砧木嫁接金豆柑營養生長之影響。

Table 4.11. Effects of grafting height on the vegetative growth of *Fortunella hindsii* trees on Hutou Gan rootstocks.



嫁接高度	葉片數(片)		總枝長 cm		分枝數(枝)	
	年中	年底	年中	年底	年中	年底
11cm	30.0a	33.4b	42.7a	52.5b	2.4a	2.6b
22cm	31.4a	51.0a	43.3a	78.5a	2.8a	3.8a
33cm	32.2a	31.2ab	44.7a	50.7b	2.2a	2.4ab

嫁接高度	刺長 cm	平均節間長 cm	
		年中	年底
11cm	2.0a	1.4a	1.6a
22cm	1.7a	1.4a	1.5a
33cm	1.7a	1.6a	1.7a

Different letters in a column show significant difference by LSD at  $P \leq 0.05$ .



圖 4.1. 以三寸盆摘心處理檸檬砧木嫁接金豆柑的表現。

Fig. 4.1. The performance of *Fortunella hindsii* trees on lemon rootstocks by the method of 9-cm pot with topping.



圖 4.2. 以五寸盆不修剪處理檸檬砧木嫁接金豆柑的表現。

Fig. 4.2. The performance of *Fortunella hindsii* trees on lemon rootstocks by the method of 15-cm pot without pruning.





圖 4.3. 以三寸盆強剪處理柳丁砧木嫁接金豆柑的表現。

Fig. 4.3. The performance of *Fortunella hindsii* trees on sweet orange rootstocks by the method of 9-cm pot with strong pruning.



圖 4.4. 以五寸盆不修剪處理柳丁砧木嫁接金豆柑的表現。

Fig. 4.4. The performance of *Fortunella hindsii* trees on sweet orange rootstocks by the method of 15-cm pot without pruning.



圖 4.5. 以三寸盆強剪處理蜜柚砧木嫁接金豆柑的表現。

Fig. 4.5. The performance of *Fortunella hindsii* trees on grapefruit rootstocks by the method of 9-cm pot with strong pruning.



圖 4.6. 以五寸盆不修剪處理蜜柚砧木嫁接金豆柑的表現。

Fig. 4.6. The performance of *Fortunella hindsii* trees on grapefruit rootstocks by the method of 15-cm pot without pruning.



圖 4.7. 以三寸盆雙株處理蜜柚砧木嫁接金豆柑的表現。

Fig. 4.7. The performance of *Fortunella hindsii* trees on grapefruit rootstocks by the method of 9-cm pot with double plants.



圖 4.8. 以不同嫁接高度虎頭柑砧木嫁接嫁接金豆柑在年中的表現。

Fig. 4.8. The performance of *Fortunella hindsii* trees on Hutou Gan rootstocks of different grafting height in the middle of the year.



圖 4.9. 以不同嫁接高度虎頭柑砧木嫁接嫁接金豆柑在年底的表現。

Fig. 4.9. The performance of *Fortunella hindsii* trees on Hutou Gan rootstocks of different grafting height in the end of the year.

## 第五章 檸檬與枳橙適合扦插方式之探討

### Chapter 5. Investigation of Suitable Cutting Methods on Lemon and Citrange Plant



#### 摘要(Abstract)

為了抓到扦插發根所需要的時間，先進行檸檬插水試驗。後續做檸檬進行單節插、雙節插、多節插和多節插套袋等 4 種試驗，枳橙進行單節插、雙節插和多節插等 3 種試驗，插穗使用生長健壯且成熟飽滿又直立生長的枝條，使用斜切法並且不使用發根劑。並使用檸檬和枳橙的扦插苗嫁接金豆柑，與實生砧木進行比較。結果發現由檸檬插水試驗可以觀察到，枝條在扦插 2 週時切口膨大且樹皮裂開捲起，4 週時開始發根，大約 2 個多月根系穩定，成或率為 60%。檸檬的單節插成活率高達 93.3%，雙節插和多節插則無法存活，但多節插套袋則有 80% 存活，良率有 60%。枳橙的單節插成活率為 53.3%，雙節插成活率為 73.3%，多節插成活率為 53.3%。以檸檬和枳橙扦插苗作為砧木的金豆柑植株同樣能夠順利開花結果，但結果數和良率遠遠不及實生砧樹。雖然以檸檬扦插苗為砧木之植株的結果率仍高達 80%，以枳橙扦插苗為砧木之植株的結果率也還有 60%，卻失去商品價值。





## 一、前言(Introduction)

檸檬和枳橙是高品質的盆栽生產用砧木，具有快速、高產、高品質和良率高的特色，但兩者都面臨種子稀少的問題(Hutchison, 1978；Webber, 1948)。因此需要開發砧木無性繁殖的方法，其中扦插繁殖最為簡便。一般認為除了香櫞(*Citrus medica*)的成株可以扦插成活其餘柑橘類相當困難，但本試驗所使用的檸檬和枳橙均為實生苗幼株，相對容易發根。為了找出發根所需要的時間，先以水插的方式處理檸檬插穗，方便觀察根系發展的過程(吳與王，1991)。為了找到最適合的方式，本章進行檸檬的單節插、雙節插、多節插和多節插套袋等4種試驗，以及枳橙的單節插、雙節插和多節插等3種試驗。最後要實際使用扦插砧木進行嫁接試驗，與以實生苗為砧木之植株做比較，評估扦插砧木使用的可行性。

## 二、材料與方法(Materials and Methods)

### (一)植物材料

本研究使用的金豆柑為著者自家花園收藏之十年生成熟且穩定開花之根插苗金豆柑盆栽的枝條。檸檬和枳橙枝條取自第三章所使用的同批砧木所長的直立飽滿成熟的枝條，扦插成活的植株則做為試種使用。

### (二)試驗方法

本章節分為檸檬水插試驗、檸檬(單節插、雙節插、多節插和多節插套袋)與枳橙(單節插、雙節插和多節插)扦插試驗和檸檬與枳橙扦插砧木嫁接試驗等3個試驗，共使用2個砧木品種。試驗地點在台灣大學花卉館的四樓溫室中，於前一年的年底將扦插砧木種植妥善，春季進行嫁接，過年前調查生長性狀。

#### 試驗一、以水插方式處理檸檬插穗發根行為之觀察

選取成熟飽滿的檸檬枝條，以多節方式裁切，並去除下位葉，水插於玻璃瓶中。觀察切口變化及發根的狀態，共5重複。



## 試驗二、扦插方式對檸檬與枳橙插穗成活率之影響

選取成熟飽滿的檸檬和枳橙枝條，依照單節、雙節和多節裁切，切口使用斜切並且不添加發根劑進行扦插。檸檬插穗分為單節插、雙節插、多節插和多節插套袋等 4 個處理，每處理 15 重複。枳橙分為單節插、雙節插和多節插等 3 個處理，每處理 15 重複。於秋季進行扦插，試驗 9 週後挖出調查。

## 試驗三、檸檬與枳橙扦插砧木對金豆柑生長之影響

從本章節的試驗二中所扦插成活的砧木中挑選生長勢強且品質一致的植株，定植於三寸盆中，待根系穩固後進行嫁接。每枝接穗取用金豆柑成株的八分熟新生枝條 1 到 2 個節，並切除 2/3 葉子。嫁接時以石蠟膜固定，並用夾鏈袋包覆，同時可防止水分散失和防止淋到雨。套袋時間持續 1 至 2 週，等到綠芽發出後，將夾鏈袋打開透氣，但依然罩著接穗防止雨淋。再過 1 週後移除夾鏈袋。本試驗為期一年。

### (三)調查項目

1. 結果數：每個處理中所結的果實總數除以該處理的植株總數。
2. 結果率：每個處理中有著果植株佔該處理總植株數的百分比。
3. 良率：每個處理中有商品價值植株佔該處理總植株數的百分比。
4. 葉果比：結 1 個果實所需要的葉片數(葉/果)。無果實植株不列入。
5. 葉片數：每個處理中單一植株的平均葉片數。



6. 總枝長：每個處理中單一植株接點以上枝長的總和的平均數。
7. 分枝數：每個處理中單一植株的平均分枝數。
8. 刺長：每個處理中各植株最長針刺長度的平均數。
9. 平均節間長：總枝長除以葉片數。
10. 發根曲線：每週所有處理植株根數的總和。藉此了解柑橘插穗根系生長健全所需要的時間。
11. 扦插成活率：扦插 2 個月的時間，能夠發展出根系的插穗比例。
12. 可利用性評分：綜合結果數、株型和整體的美感進行評分，顯示該砧木的價值。良株評分則單看具商品價值之植株。評分標準參考附錄表 1。

#### (四)統計分析

試驗採用完全逢機試驗設計(CRD)。統計軟體 CoStat6.4 (CoHort Software, Monterey, CA)，以該軟體進行變方分析檢測顯著性，以最小顯著差異(LSD)分析數據差異性。並使用 SigmaPlot11.0(Systat software Inc., USA)繪圖。



### 三、結果(Results)

#### 試驗一、以水插方式處理檸檬插穗發根行為之觀察

插穗在扦插後的第一週切口處開始膨大，第二週生出癒傷組織並且樹皮有少許縱向裂痕，第三週有根原體形成並且裂開的樹皮微微捲起，第五週根系開始快速伸展，第六週根系的基部生出數條側根，第七週到第八週根數持續增加，第九週達到可以生存的狀態，第十週後漸趨穩定(圖 5.1)。成活率為 60%，還有 20% 插穗繼續等待數個月依然有機會發根，但不具生產效益。

#### 試驗二、扦插方式對檸檬與枳橙插穗成活率之影響

##### (一)檸檬

以單節插方式處理成活率為 93.3%，成活後之條生長快速，因此在當年即可使用，但植株容易發生生長歪斜的問題，需要插鐵條矯正。雙節插和多節插則容易枯萎，無法成活。多節插套袋的處理成活率達到 80%，其中良率有 60%，所產出的砧木端正優美(表 5.1)。

##### (二)枳橙

以單節插方式處理成活率為 53.3%，成活後生長緩慢，需要 1 年的種植時間才能夠使用。以雙節插方式處理成活率為 73.3%，是成活率最高的方法，但同樣需要 1 年的種植時間才能夠使用。以多節插方式處理成活率為 53.3%，成活後可以馬上使用(表 5.1)。

#### 試驗三、檸檬與枳橙扦插砧木對金豆柑生長之影響

##### (一)以檸檬扦插苗為砧木之植株

生殖生長：平均結果數為 1.8 粒/株，結果率為 80%，良率為 0%，葉果比為 8.9，綜合評分為 66.2 分(表 5.2)。

營養生長：平均葉片數為 17.6 片/株，總枝長為 23.4 cm，分枝數為 2.4 枝，刺長為 0.6 cm，平均節間長為 1.4 cm(表 5.3)。



## (二) 以枳橙扦插苗為砧木之植株

生殖生長：平均結果數為 1.2 粒/株，結果率為 60%，良率為 0%，葉果比為 5.3，綜合評分為 58.2 分(表 5.2)。

營養生長：平均葉片數為 8.4 片/株，總枝長為 5.9 cm，分枝數為 2.2 枝，刺長為 0.2 cm，平均節間長為 0.7 cm (表 5.3)。

## 四、討論(Discussion)

### 試驗一、以水插方式處理檸檬插穗發根行為之觀察

檸檬插穗發根的方法屬於 S 曲線，在初期生長緩慢，中期快速發展，後期趨於平緩。最適合的扦插時間為 9 週，大約 2 個多月(圖 5.1)。時間太短根系尚未成熟容易斷裂也種不穩，時間太長則插穗的根系打結分不開而且浪費時間。

### 試驗二、扦插方式對檸檬與枳橙插穗成活率之影響

插穗成活的關鍵在於枯萎之前就長出根系，因此保持濕度相當重要(吳與王，1991；薛，1991)。檸檬葉片較大，水分散失快，因此使有單節插的狀態，葉片貼近地面才不會枯萎。若使用多節插套袋處理，同樣可以避免水分散失，使插穗保持新鮮(表 5.1)。

枳橙葉片較小，水分散失較慢，因此單節插、雙節插和多節插都可成活。三種處理各有好處，單節插最省材料，雙節插成活率最高，多節插最快速可以使用。生產者可依依照需求做選擇(表 5.1)。

### 試驗三、檸檬與枳橙扦插砧木對金豆柑生長之影響

不論以檸檬或枳橙扦插苗嫁接金豆柑，都能夠順利開花結果。但表現和實生砧樹相差甚遠。兩者的結果率都下降，結果數達不到商品價值的要求。其中以檸檬扦插苗為砧木之植株的生長勢特別強(圖 5.2)，在總枝長和平均節間長均超過以實生苗為砧木之植株(圖 3.9)。以枳橙扦插苗為砧木之植株的表現則是變成矮性砧

且生長遲滯(圖 5.3)，與以實生苗為砧木之植株的喬性完全相反(圖 3.3)，與 Halma (1931)、Wutscher and Dube (1977) 和 Wutscher and Shull (1975)之研究所認為扦插苗表現較差的結果類似。

本試驗雖然不成功，卻可以確定使用扦插砧木依然能夠結果，至於能否改善則需要做進一步的研究。失敗可能的因素包含根系不夠發達、育成時間短造成養分不足或者下胚軸所產生的原生根含有不為人知的秘密。可嘗試的改善方式包含使用發根劑、增加扦插苗生長的時間(即成活後不要馬上使用)或者以種子甚多蜜柚做為根砧並將檸檬和枳橙作為中間砧再嫁接金豆柑(Janick, 1983)，或許是可行的方法。不論檸檬或枳橙的扦插苗在種植一年後都可以很粗壯(圖 5.4 和 5.5)，可以優先朝向增加扦插苗生長的時間做研究。

## 五、結論(Conclusion)

柑橘類插穗發根所需要的時間為 9 週。檸檬以單節插方式成活率最高，多節插套袋方式最有效率。枳橙的單節插最省材料，雙節插成活率最高，多節插最有效率。使用扦插砧木一樣可以結果，但使用方式有待改善，需要更進一步做研究。



表 5.1. 扦插方式對檸檬和枳橙成插穗活率之影響。

Table 5.1. Effects of cutting method on the survival rate of lemon and citrange cutting shoots.

品種	成活率			
	單節插	雙節插	多節插	多節插套袋
檸檬	93.3%	0.0%	0.0%	60%
枳橙	53.3%	73.3%	53.3%	-

Mean separation within treatments by LSD at  $P \leq 0.05$ .

表 5.2. 扦插砧木對金豆柑生殖生長之影響。

Table 5.2. Effects of cutting rootstock varieties on the reproductive growth of *Fortunella hindsii*.

砧木品種	結果數(粒)	結果率	良率
檸檬實生	10.2a	100%	80%
檸檬扦插	1.8b	80%	0%
枳橙實生	17.6a	100%	100%
枳橙扦插	1.2b	60%	0%

砧木品種	葉果比(葉/果)	評分
檸檬實生	4.3bc	92.0a
檸檬扦插	8.9a	66.2b
枳橙實生	2.4c	88.4a
枳橙扦插	5.3b	58.2b

Different letters in a column show significant difference by LSD at  $P \leq 0.05$ .

表 5.3. 扦插砧木對金豆柑營養生長之影響。

Table 5.3. Effects of cutting rootstock varieties on the vegetative growth of *Fortunella hindsii*.

砧木	葉片數(片)	總枝長 cm	分枝數(枝)
檸檬實生	26.6b	19.5b	4.4b
檸檬扦插	17.6c	23.4b	2.4c
枳橙實生	35.0a	42.8a	5.4a
枳橙扦插	8.4d	5.9c	2.2c

砧木	刺長 cm	平均節間長 cm
檸檬實生	0.3b	0.7c
檸檬扦插	0.6a	1.4a
枳橙實生	0.8a	1.0b
枳橙扦插	0.2b	0.7c

Different letters in a column show significant difference by LSD at  $P \leq 0.05$ .



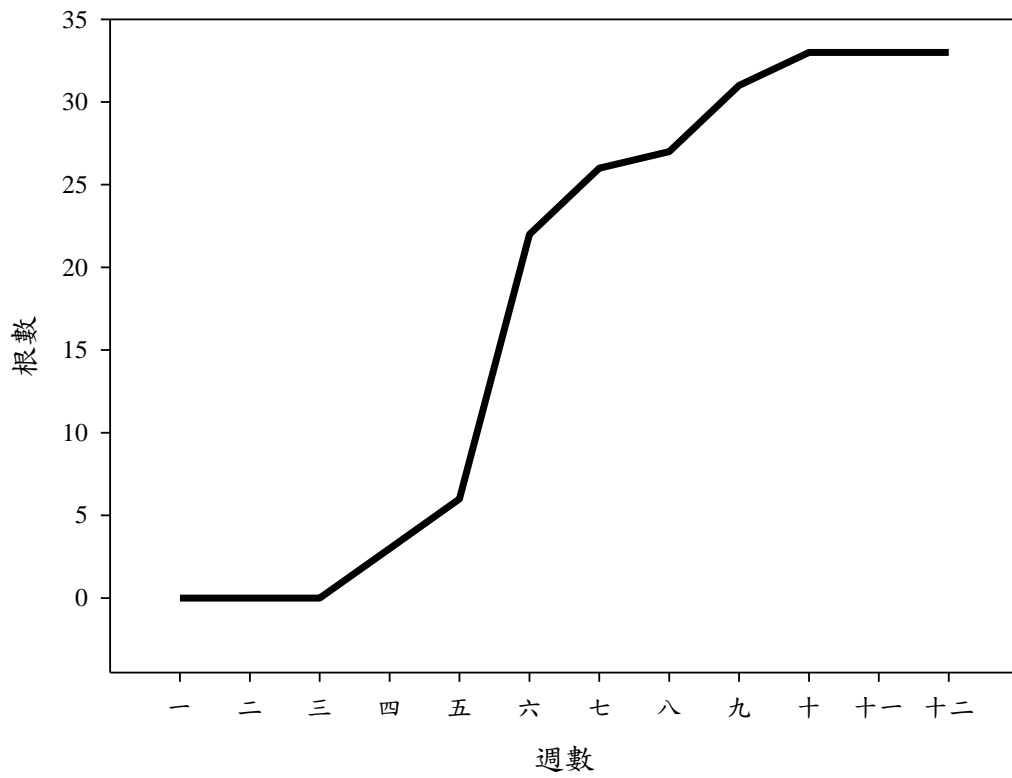


圖 5.1. 檸檬插穗在扦插後的發根數。

Fig. 5.1. The roots number of lemon cutting shoots after cutting.



圖 5.2. 以檸檬扦插砧木嫁接金豆柑的表現。

Fig. 5.2. The performance of *Fortunella hindsii* trees on cutting lemon rootstocks.



圖 5.3. 以枳橙扦插砧木嫁接金豆柑的表現。

Fig. 5.3. The performance of *Fortunella hindsii* trees on cutting citrange rootstocks.



圖 5.4. 檸檬扦插苗種植一年的表現。

Fig. 5.4. The performance of lemon cutting seedling after 1-year growth.

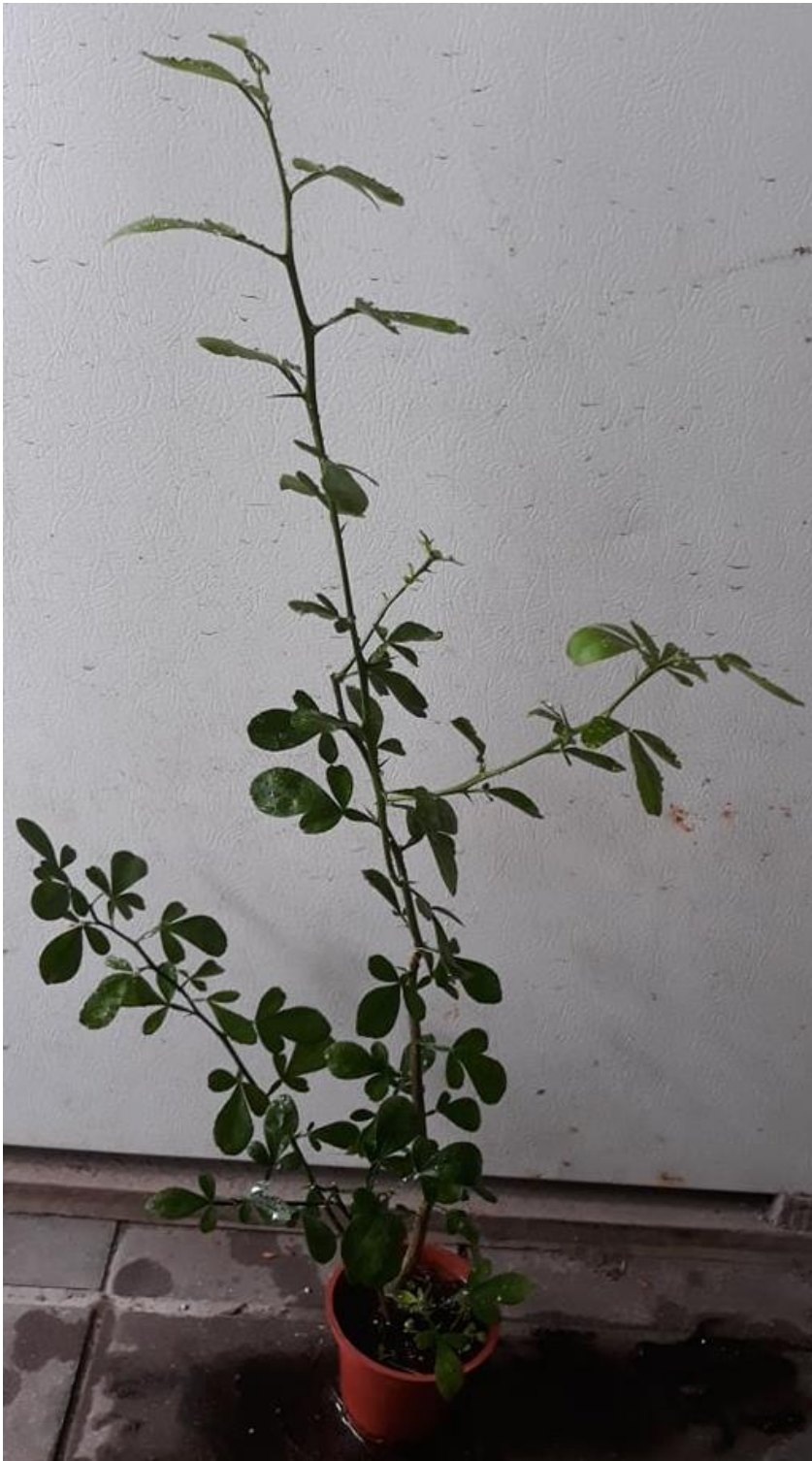


圖 5.5. 枳橙扦插苗種植一年的表現。

Fig. 5.5. The performance of citrange cutting seedling after 1-year growth.

## 第六章 金豆柑幼樹開花與新品系之觀察

### Chapter 6. Observation of Precocious Flowering and New Strains on *Fortunella hindsii* Seed Seedlings



#### 摘要(Abstract)

本章節研究金豆柑的實生苗共 20 株，在第一年觀察成株和幼株之間的差異和幼樹開花的比例，在第二年觀察其餘植株成熟的比例和早生植株結果的方式並從中挑選出優秀的植株供未來盆栽生產使用。結果發現，早生變異株與一般植株相比，葉長和葉寬明顯較小，但比較幼株和成株則外觀上沒有任何差異。實生苗中一年早生植株占 30%，二年早生植株也占 30%，但其餘 40% 植株在第三年並沒有開花的跡象。一年早生植株的優秀比例占實生苗總數的 20%，二年早生植株的優秀比例占實生苗總數的 15%。在一年早生株當中，果實型態為串果的比例占 50.0%、散生占 16.7%、稀少占 33.3%。在二年早生株當中，果實型態為串果的比例占 16.7%、散生占 33.3%、稀少占 50.0%。早生變異株是提早進入成株的狀態，並不會在第二年恢復成幼株狀態。早生變異株中有 41.7% 的個體能夠順利產生子代，其餘個體則有焦核的現象且剝開種子可見許多圓球胚，至於那些順利產生的子代是否依然保持早生的性狀還需要進一步深入研究。



## 一、前言(Introduction)

柑橘類甚長的幼年期嚴重阻礙改良的速度(Cameron and Frost, 1968)。傳統上認為將幼株高接在成株的頂梢可以縮短幼年期(吉永等, 1975; 山田等, 1979; 奧代等, 1980), 但效果十分有限。近代也有人從事幼樹開花的研究, 證實可以提早看到育種的結果, 但實際上卻沒有辦法縮短幼年期(岩政與大庭, 1975)。金豆柑本身的幼年期較短, 雖然本身沒有太高的食用價值, 如果透過雜交將幼年期短的基因導入商業生產的柑橘類中, 將可以加快改良的速度。因此本章節針對金豆柑實生苗做深入的研究, 探討幼樹開花的現象、比較幼株與成株的差異並從實生苗中挑選出優秀的個體。

## 二、材料與方法(Materials and Methods)

### (一)植物材料

本研究使用的金豆柑為著者自家花園收藏之十年生成熟且穩定開花之根插苗金豆柑盆栽的果實。

### (二)試驗方法

在果實完熟時(一月底)以鮮採直播方式進行。將種子從果實中取出, 以清水將黏稠的物質洗淨並擦乾, 之後將種皮剝除, 播種在聚苗盆中。待小苗長出 3 至 5 片本葉後, 定植於三寸盆中使其自然生長。試驗地點在台灣大學花卉館的四樓溫室中。本試驗為期兩年半。

### (三)調查項目

1. 結果數和良株結果數: 結果數是每個處理中所結的果實總數除以該處理的植株總數。良株結果數是每個處理中具有商品價值植株的結果數。
2. 結果率: 每個處理中有著果植株佔該處理總植株數的百分比。



3. 良率：每個處理中有商品價值植株佔該處理總植株數的百分比。
4. 葉果比和良株葉果比：結 1 個果實所需要的葉片數(葉/果)。無果實植株不列入。良株葉果比每個處理中具有商品價值植株的葉果比。
5. 葉片數：每個處理中單一植株的平均葉片數。
6. 總枝長：每個處理中單一植株接點以上枝長的總和的平均數。
7. 分枝數：每個處理中單一植株的平均分枝數。
8. 刺長：每個處理中各植株最長針刺長度的平均數。
9. 平均節間長：總枝長除以葉片數。
10. 結果型態：果實集中於莖頂的為串果，分散於葉腋的為散生，零星分布的為稀少。
11. 優秀比例：所有實生苗中具有商品價值植株的比例。
12. 葉長與葉寬：取每株最大的三片葉做測量。

#### (四)統計分析

試驗採用完全逢機試驗設計(CRD)。統計軟體 CoStat6.4 (CoHort Software, Monterey, CA)，以該軟體進行變方分析檢測顯著性，以最小顯著差異(LSD)分析數據差異性。並使用 SigmaPlot11.0 (Systat software Inc., USA)繪圖。





### 三、結果(Results)

#### (一)一年早生變異株和一般植株營養生長的差異

一年早生變異株：平均葉長為 4.0 cm，葉寬為 1.4 cm，葉片數為 14.3 片/株，總枝長為 10.5 cm，分枝數為 1.7 枝，節間長為 0.5 cm。

一般植株：平均葉長為 4.4 cm，葉寬為 1.5 cm，葉片數為 15.0 片/株，總枝長為 10.8 cm，分枝數為 1.8 枝，節間長為 0.5 cm (表 6.1)。

#### (二)一年早生變異株在第一年、第二年及優秀個體生長的差異

第一年：平均結果數為 1.2 粒/株，葉果比為 13.3，葉片數為 14.3 片/株，總枝長為 10.5 cm，節間長為 0.5 cm，分枝數為 1.7 枝。

第二年：平均結果數為 5.3 粒/株，葉果比為 15.2，葉片數為 39.2 片/株，總枝長為 39.3 cm，節間長為 0.9 cm，分枝數為 4.2 枝。

優秀個體：平均結果數為 7.3 粒/株，葉果比為 5.5，葉片數為 38.3 片/株，總枝長為 39.1 cm，節間長為 1.0 cm，分枝數為 3.5 枝(表 6.2)。

#### (三)一年早生變異株和二年早生變異株生殖生長的差異

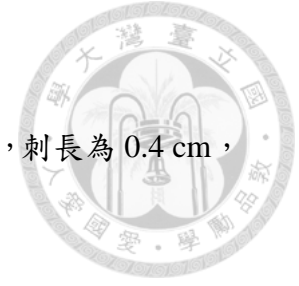
一年早生變異株：平均結果數為 5.3 粒/株，良率為 66.7%，良株結果數為 7.3 粒/株，結果型態串果佔 50.0%、散生佔 16.7%、稀少佔 33.3%，葉果比為 15.2，良株葉果比為 5.5。

二年早生變異株：平均結果數為 3.8 粒/株，良率為 50.0%，良株結果數為 6.0 粒/株，結果型態串果佔 16.7%、散生佔 33.3%、稀少佔 50.0%，葉果比為 12.9，良株葉果比為 6.7 (表 6.3)。

#### (四)一年早生變異株、二年早生變異株和幼株營養生長的差異

一年早生變異株：平均葉片數為 39.2 片/株，總枝長為 39.3 cm，分枝數為 4.2 枝，刺長為 0.5 cm，節間長為 0.9 cm。

二年早生變異株：平均葉片數為 31.2 片/株，總枝長為 32.2 cm，分枝數為 1.5



枝，刺長為 0.5 cm，節間長為 0.9 cm。

幼株：葉片數為 37.7 片，總枝長為 32.0 cm，分枝數為 2.3 枝，刺長為 0.4 cm，節間長為 0.8 cm (表 6.4)。

#### (五) 早生變異株和優秀個體佔所有實生苗的比例

一年早生變異株佔 30%，優秀個體佔 20%。二年早生變異株佔 30%，優秀個體佔 15%。一般植株佔 40%，優秀個體未知(表 6.5)。

### 四、討論(Discussion)

#### (一) 一年早生變異株和一般植株營養生長的差異

一年早生變異株的葉長和葉寬顯著小於一般植株，簡單講就是葉子比較小片，其餘營養生長的指標皆沒有顯著差異(圖 6.1)。

#### (二) 一年早生變異株在第一年、第二年及優秀個體生長的差異

一年早生變異株在第二年仍然保持成株狀態而並沒有回到幼株狀態，與 Davenport(1990)和 Furr et al. (1974)的研究結果相反。到了第二年時，產量有顯著增加，但葉果比變化不大，而節間長增加(圖 6.2)。

#### (三) 一年早生變異株和二年早生變異株生殖生長的差異

一年早生變異株和二年早生變異株(圖 6.3)在產量上沒有顯著差異，但一年早生變異株中優秀個體較多，串果型態的比例也較高，兩者的葉果比差異不大。

#### (四) 一年早生變異株、二年早生變異株和幼株營養生長的差異

除了二年早生變異株的分枝數特別少之外，成株與幼株(圖 6.4)外觀幾乎沒有差異，此結果和李與胡(2005)的研究結果相同。



#### (五)早生變異株和優秀個體佔所有實生苗的比例

一般來說柑橘類合子所產生的實生苗至少有 1%到 20%可以觀察到幼樹開花的現象(Dewi et al., 2013)，金豆柑之一年早生變異株佔 30%算是特別高。李與胡(2005)認為金豆柑的幼年期為 1.3 年，但本試驗發現有 40%的實生苗超過 2.5 年仍然維持幼株狀態，很有可能是因為早生變異株佔 60%而造成誤判，實際的幼年期需要繼續再觀察。早生變異株中的優秀個體極具有育種價值(圖 6.5)，在基因研究上也很有潛力。

大約有 41.7%的早生變異株能產生發育健全的種子，且種子可以順利長成實生苗(圖 6.6)，但是否能夠穩定遺傳或提高早生變異的基因仍需進一步深入研究。

#### 五、結論(Conclusion)

雖然無法確定金豆柑實際的幼年期為幾年，由於早生變異株比例高於其他的柑橘類，且早生變異株在第二年仍然能夠開花結果，因此具有極高的育種價值。可以預期 F1 代不具有商品價值，但透過回交的方式，即使需要雜交兩次耗時 5-6 年，也遠比本來所需要 10-20 年還要迅速。目前已經挑選出 7 個優秀個體(圖 6.5)，將可以使盆栽的品質更加提升。

表 6.1. 第一年時金豆柑一年早生變異株與幼株在營養生長的差異。  
Table 6.1. Difference of vegetative growth between 1-year precocious flowering and juvenile plants of *Fortunella hindsii* in the first year.

實生苗	葉長 cm	葉寬 cm	葉片數(片)
一年早生變異株	4.0b	1.4b	14.3a
幼株	4.4a	1.5a	15.0a

實生苗	總枝長 cm	分枝數(枝)	節間長 cm
一年早生變異株	10.5a	1.7a	0.5a
幼株	10.8a	1.8a	0.5a

Different letters in a column show significant difference by LSD at  $P \leq 0.05$ .

表 6.2. 第一年、第二年和優秀個體的金豆柑一年早生變異株在生長上的差異。  
Table 6.2. Difference of growth on 1-year precocious flowering of *Fortunella hindsii* among the first year, the second year and outstanding strains.

一年早生變異株	結果數(粒)	葉果比	葉片數(片)
第一年	1.2b	13.3a	14.3b
第二年	5.3a	15.2a	39.2a
優秀個體	7.3a	5.5b	38.3a

一年早生變異株	總枝長 cm	節間長 cm	分枝數(枝)
第一年	10.5b	0.5b	1.7b
第二年	39.3a	0.9a	4.2a
優秀個體	39.1a	1.0a	3.5a

Different letters in a column show significant difference by LSD at  $P \leq 0.05$ .

表 6.3. 金豆柑一年早生變異株與二年早生變異株在生殖生長上的差異。  
 Table 6.3. Difference of reproductive growth between 1-year precocious flowering and 2-year precocious flowering plants of *Fortunella hindsii*.

早生變異株	結果數(粒)	良率	良株結果數(粒)
一年早生	5.3a	66.7%	7.3a
二年早生	3.8a	50.0%	6.0a

早生變異株	結果型態比例			葉果比(葉/果)	
	串果	散生	稀少	全部	良株
一年早生	50.0%	16.7%	33.3%	15.2a	5.5a
二年早生	16.7%	33.3%	50.0%	12.9a	6.7a

Different letters in a column show significant difference by LSD at  $P \leq 0.05$ .

表 6.4. 金豆柑一年早生變異株、二年早生變異株和幼株在營養養生長上的差異。  
Table 6.4. Difference of vegetative growth among 1-year precocious flowering, 2-year precocious flowering and juvenile plants of *Fortunella hindsii*.

實生苗(第二年)	葉片數(片)	總枝長 cm	分枝數(枝)
一年早生變異株	39.2a	39.3a	4.2a
二年早生變異株	31.2b	32.2b	1.5c
幼株	37.7a	32.0b	2.3b

實生苗(第二年)	刺長 cm	節間長 cm
一年早生變異株	0.5a	0.9a
二年早生變異株	0.5a	0.9a
幼株	0.4a	0.8a

Different letters in a column show significant difference by LSD at  $P \leq 0.05$ .

表 6.5. 金豆柑一年早生變異株、二年早生變異株、幼株和優秀個體所佔的比例。  
Table 6.5. Percentage of 1-year precocious flowering, 2-year precocious flowering, juvenile plants and outstanding strains of *Fortunella hindsii*.

實生苗	比例	優秀個體比例
一年早生變異株	30%	20%
二年早生變異株	30%	15%
幼株	40%	未知

Different letters in a column show significant difference by LSD at  $P \leq 0.05$ .



圖 6.1. 金豆柑一年早生變異株在第一年的表現。

Fig. 6.1. The performance of *Fortunella hindsii* 1-year precocious flowering plants in the first year.



圖 6.2. 金豆柑一年早生變異株在第二年的表現。

Fig. 6.2. The performance of *Fortunella hindsii* 1-year precocious flowering plants in the second year.





圖 6.3. 金豆柑二年早生變異株在第二年的表現。

Fig. 6.3. The performance of *Fortunella hindsii* 2-year precocious flowering plants in the second year.



圖 6.4. 金豆柑幼株的表現。

Fig. 6.4. The performance of *Fortunella hindsii* juvenile plants.



圖 6.5. 金豆柑實生苗中選出的優秀個體。

Fig. 6.5. The outstanding strains of *Fortunella hindsii* seed seedlings.



圖 6.6. 金豆柑早生變異株所產生的子代(第三代)。

Fig. 6.6. The seed seedlings of precocious flowering *Fortunella hindsii* plants.  
(The third generation)

## 第七章 結論

### Chapter 7. Conclusion



俗話說：下重肥不如換新欂(音：へ<sup>ゝ</sup>だんぐ<sup>ゝ</sup>ぶい<sup>ゝ</sup>ぶ<sup>ゝ</sup>ずう<sup>ゝ</sup>うな<sup>ゝ</sup>しん<sup>ゝ</sup>ざんぐ<sup>ゝ</sup>)。所謂的欂就是指砧木，整句話的意思就是說如果砧木使用的不正確，施加再多的肥料也沒有辦法提高產量。本試驗所使用的金豆柑接穗全部都直接或間接取自同一個個體，理論上在沒有芽條變異的情況下，其基因型應當完全一樣。但很明顯的，不同種類的砧木使同樣的金豆柑產生了不一樣的表現，甚至是同品種砧木的不同個體之間也會產生不盡相同的新個性。所以本試驗可以證明砧木的使用不僅是為了適應各地不同的天候，對產量和品質的影響比想像中還多。

砧木沒有絕對的好壞，因應接穗的品種和環境的狀態不同，必須經過測試才能得知真正的結果。本研究主要的目的在開發金豆柑小品盆栽，追求品質穩定、賣相好看、生產快速和價格便宜，並且能夠保有盆栽欣賞的樂趣。為了使盆栽結實累累並且方便整理，本研究試驗多達 12 種常用和少用砧木以及高接砧木，並且找尋大量生產品質優良接穗的砧木，同時設法利用無性繁殖法去生產優良的砧木。

金豆柑盆栽生產的流程不論品種或尺寸皆大同小異：砧木必須在盆栽生產的第一年準備妥善，最晚必須在 11 月前完成，才有足夠的時間至少必須讓砧木長到與金豆柑枝條等粗，大概需要 5 個月(當然種植更久會更有質感)。第二年春季進行嫁接，最晚必須在 5 月前，成活後會不斷的抽梢，可隨時進行整枝和修剪。花期從 7 月開始 10 月結束，期間要避免不必要的修剪以免減少結果。10 月後發的芽不會開花，可以直接摘除。果實在第三年 1 月時自然轉色，在果實熟透之前應該完成上盆和裝飾作業。使用某些品種的砧木在第一年產量不佳，或者想要讓盆栽長得更有韻味，可以在第一次果實成熟後隨即採摘同時整枝修剪，隔年即可更高產。舊曆新年正好可以販售，須注意光照充足和慎防動物啃食，最少可以觀賞至清明節。如果種植於花園中且妥善照顧，掛果一整年沒有問題。



為了方便生產，以下列出各種建議使用砧木的使用方法及注意事項：


使用目的	砧木品種	生產百株 須育苗數	可利用性評 分(推薦序)	備註
三寸盆	檸檬	100	96.8 (一)	極優美，但種子少，可扦插。
	柳丁	250	70.0 (四)	不結果植株具有生產接穗功能。
	蜜柚	250	76.4 (三)	不結果植株具有生產接穗功能。
	蜜柚雙株	200	95.4 (二)	共植的砧木必須樹勢相當。
五寸盆	酸桔	100	93.8 (二)	市場就能買到中苗，須種植兩年。
	枳橙	100	92.6 (三)	取得困難。
	柳丁	125	90.2 (四)	摘心可以增加結果數，植株耐看。
	蜜柚	100	96.8 (一)	果實成串，色澤特別漂亮。
大盆栽或 庭木	西施柚	125	84.8 (二)	透過短截可以避免樹型變的鬆散。
	四季桔	100	99.0 (一)	生長極旺，用高接法較容易塑型。
綠籬	虎頭柑	125	85.8	針刺又尖又長，果實也相當高產。
接穗生產	虎頭柑	3	-	嫁接高度 22 cm，種植一年。

針對砧木繁殖的部分，目前最好的方法仍然是使用實生苗。由初步的扦插砧木試驗得知，柑橘類幼株的插穗根系發展需要 2 個月(實際上要維持水準的話應該和實生苗一樣至少要 5 個月)，扦插砧樹一樣能夠正常開花結果，只是目前尚未達到商品的標準。

金豆柑在柑橘類的分類中地位相當特殊，屬於金柑屬中的原始金柑亞屬，即是介於寬皮柑和金柑之間的物種。它的成株和幼株在外觀上沒有差異，果實中的果肉不多，且翼葉若隱若現。但早生變異株的比例極高(60%一兩年就開花)，並且 41.7% 具有生育力又能夠維持成株狀態，如此的特性如果能導入其他的柑橘類，將會使柑橘的改良速度更加迅速，讓柑橘類水果的種類更加豐富。

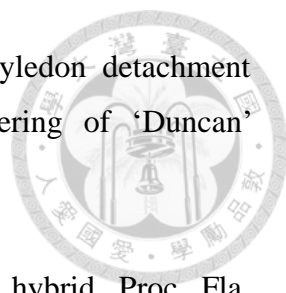
## 參考文獻(References)

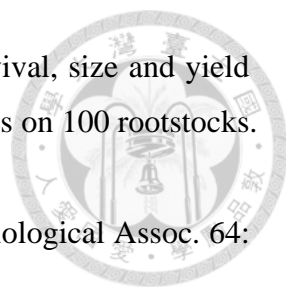
- 山田彬雄、伊藤祐司、上野勇. 1991. カンキツ類実生における幼樹開花の有無について. 果樹試報 20:13-23.
- 山田彬雄、岩政正男、西浦昌男、七条寅之助. 1979. カンキツの育種年限短縮に関する研究 I 接ぎ木による実生の開花結実の促進. 果樹試報 B6:1-30.
- 小林浩. 2001. 彩色圖鑑仙人掌與多肉植物. 園藝世界出版社. 台北市. 台灣.
- 中國柑橘學會. 2008. 中國柑橘品種. 中國農業出版社. 北京. 中國.
- 田中諭一郎. 1948. 日本柑橘圖譜. 株式會社養賢堂. 東京都. 日本.
- 朱長志. 1957. 中國果樹分類學. 台灣省立農學院出版委員會. 台灣.
- 吉永勝一、高原利雄、奥代直巳、七条寅之助. 1975. カンキツ実生の着花促進に関する研究(第 2 報) 接ぎ木の效果. 園学要旨. 昭 50 秋:22-23.
- 沈德緒、王元裕、陳力耕. 1997. 柑橘遺傳育種學. 科學出版社. 北京. 中國.
- 李懷福、胡小三. 2005. 山金柑實生苗童期的研究. 中國科技核心期刊 1:23-25,29.
- 吳昭祥、王銘琪. 1991. 圖解觀賞植物繁殖技術. 淑馨出版社. 台北市. 台灣.
- 林于健、鄭甬龍、黃堅欽. 2006. 中國古代的嫁接技藝. 浙江林學院學報 23:342-346.
- 岩政正男、大庭義才. 1975. カンキツ類実生の幼樹開花(第 1 報)幼樹開花を示す種類と花器の異常. 佐賀大農学部彙報 39:45-56.
- 岩政正男. 1976. 柑橘の品種. 静岡県柑橘農業協同組合連合会. 静岡県. 日本.
- 胡昌熾. 1953. 柑橘類砧木研究之探討. 台灣大學農學院研究報告 3:2.
- 周柳根、上官敏. 1997. 金柑整形修剪技術. 江西果樹 3:24.
- 周開兵、郭文武、夏仁學、王貴元、鮑華兵. 2005. 不同砧木對柑橘柚樹生長和葉片糖含量的影響. 熱帶亞熱帶植物學報 13:17-20.
- 范念慈. 1973. 台灣幾種柑橘砧木之研究. 農林學報 22:17-21.
- 徐信次. 2009. 單幹寬行密植在柑橘育種上的應用. 98 年台灣柑橘產銷改進研討會專刊. pp.1-8.
- 黑上泰治. 1965. 果樹園芸各論. 株式會社養賢堂. 東京都. 日本.
- 梁悅美. 1990. 中華之美系列盆栽藝術. 漢光文化事業股份有限公司. 台北縣. 台灣. pp.282-285.
- 楊振宇. 2004. 盆栽金柑促成栽培技術研究. 河南林業科技. 24(3):15-16.

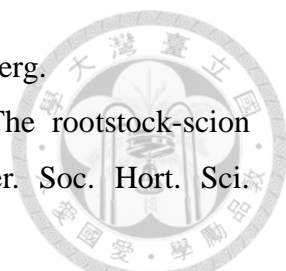
- 
- 奥代直巳、吉永勝一、高原利雄、石内伝治、生山巖.1980.カンキツ実生の着花及び結実の促進に関する研究 II 接ぎ木の效果.果樹試報 D2:15-28.
- 薛聰賢. 1991. 家庭園藝 (第 11 輯) 圖解栽培繁殖技術. 台灣普綠有限公司出版部. 員林鎮. 台灣.
- Andrews, P.K. and C.S. Marquez. 1993. Graft incompatibility. Hort. Rev. 15:183–231.
- Bitters, W.P. 1958. Rootstocks from S to T and XYZ. Calif. Citrograph 43:258.
- Bitters, W.P. 1974a. Trifoliate orange selections as rootstocks for oranges. Citrograph 59:73, 74, 88.
- Bitters, W.P. 1974b. World citrus rootstock situation. P. 1-14. In L.K. Jackson, A.H. Krezdorn, and J. Soule (eds.) Proc. First Intern. Citrus Short Course. Sept. 24-29, 1973. Univ. of Fla. Press, Gainesville.
- Bitters, W.P., C.D. McCarty, and D.A. Cole. 1977. Evaluation of trifoliate orange selections as rootstocks for Washington navel and Valencia orange. p 127-13. In O. Carpena (ed.) Proc. 1973 Intern. Citrus Congr., Vol. II April 24-May 10, 1973, Murcia, Spain. The Ministries of Agriculture & of Education & Science, Murcia.
- Bornman, F.H. 1966. The structure, function, and ecological significance of root grafts in *Pinus strobus*. L. Ecol. Monogr. 36:1–26.
- Cameron, J.W. and H.B. Frost. 1968. Genetics, breeding and nucellar embryony. pp. 325-370. In: W. Reuther, L.D. Batchlor, H.J. Webber (eds.), The citrus industry Vol. II Anatomy, Physiology, Genetics, and Reproduction, 1968. Division of Agricultural Science. Univ. of California, Berkeley, California.
- Chapot, H. 1975. The citrus plant. p. 6-13. In Ernst Haefliger (ed.) Citrus, Technical Monograph No. 4, Ciba-Geigy Agrochemical, Switzerland.
- Cohen, M. 1972. Sweet orange rootstock on experimental trials on the East Coast of Florida. Proc. Fla. State Hort. Soc. 85:61-65.
- Coetzee, B.A. and B.A. Fineran. 1989. Translocation of lysine from the host *Melicope simplex* to the parasitic dwarf mistletoe *Korthalsella lindsayi* (Viscaceae). New Phytologist 112:377–381.
- Cohen, M. and H.J. Reitz. 1963. Rootstocks for Valencia orange and Ruby Red grapefruit: Results of a trial initiated at Fort Pierce in 1950 on two soil types. Proc. Fla. State Hort. Soc. 76:29-34.
- Cooper, W.C. 1961. Toxicity and accumulation of salts on citrus on various rootstocks



- in Texas. Proc. Fla. State Hort. Soc. 74:95-104.
- Cooper, W.C. and B.J. Lime. 1960. Quality of red grapefruit on old-line grapefruit varieties on xyloporosis and exocortis tolerant rootstocks. J. Rio Grande Valley Hort. Soc. 14:66-67.
- Davenport, T.L. 1990. Citrus flowering. pp.349-407. In: J. Janick (ed.) Hort. Rev. vol. 12. Timber Press, Inc., Portland, Oregon.
- De Bruijn, G.H., and T.S. Dharmaputra. 1974. The Mukibat system, a high-yielding method of cassava production in Indonesia, Neth. J. Agr. Sci. 22:89–100.
- DeForesta, H., A. Basri, and Wiyone. 1994. Avery intimate agroforestry association. Cassava and improved homegardens: the Mukibat technique. Agroforestry Today 6:12–14.
- Eis, S. 1972. Root grafts and their silvicultural implications, Can. J. For. Res. 2:111–120.
- Furr, J.R., W.C. Cooper, and P.C. Reece. 1947. An investigation of formation in adult and juvenile citrus trees. Amer. J. Bot. 33:763-848.
- Gardner, F.E. and G.E. Horanic. 1958. Influence of various rootstocks on the cold resistance of the scion variety. Proc. Fla. State Hort. Soc. 71:81-86.
- Gardner, F.E. and G.E. Horanic. 1967. *Poncirus trifoliata* and some of its hybrids as rootstocks for Valencia sweet orange. Proc. Fla. State Hort. Soc. 80:85-88.
- Graham, B., and F.H. Bornman. 1966. Natural root grafts, Bot. Rev. 32:255–292.
- Halma, F.D.F. 1931. The propagation of citrus by cuttings. Hilgardia 6(5):131-157.
- Han, K.T. 2009. Influence of limitedly visible leafy indoor plants on the psychology, behavior and health of students at a junior high school in Taiwan. Environ. Behavior 41:658-692.
- Hartman, H.T., D.E. Kester, F.T. Davies and R. Geneve. 2002. Plant propagation, principles and practices. 7th ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Hirata, Y. 1986. Graft-induced changes in eggplant (*S. melongena* L.) I. Appearance of the changes. Euphytica 35:395–401.
- Hodgson, R.W. 1943. Some instances of scion dominance in citrus. J Amer. Soc. Hort. Sci. 43:131-138.
- Hodgson, R.W. 1967. Horticultural varieties of citrus. p. 431-591. In W. Reuther, H.J. Webber, and L.D. Batchelor (eds.) The citrus industry, Vol. I. Univ. of Calif., Berkeley.

- 
- Holland, D., M.A. Abied, S. Nachman, and S. Saad. 1995. Cotyledon detachment inhibits development but does not affect precocious flowering of ‘Duncan’ grapefruit. *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 41:79-82.
- Hume, H.H. 1957. *Citrus fruits.* p. 129-160. Macmillan, New York.
- Hutchison, D.J. 1974. Swingle citrumelo—a promise rootstock hybrid. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 87:89-91.
- Hutchison, D.J. 1978. Influence of rootstock on the performance of Valencia sweet orange. p. 523-525. In W. Grierson (ed.) 1977 *Proc. Intern. Soc. Citriculture, Vol. II.* May 1-8, 1977, Orlando, Fla. *Intern. Soc. Citriculture, Lake Alfred, Fla.*
- Janick, J. 1983. *Horticultural science,* 4th ed. W.H. Freeman, New York.
- Juniper, B.E. and J. Maberly. 2006. *The story of the apple.* Timber Press, Portland, OR.
- Kashara, J., T. Nakamura, and Y. Yoneyam, 1973. Graft-induced variation in red peppers (in Japanese). *Rec. Adv. Breed.* 13:73–89.
- Klotz, L.J. 1973. *Color handbook of citrus diseases.* Univ. of Calif., Riverside.
- Krezdorn, A.H. and W.J. Phillips. 1967. The influence of rootstock on the size of tree, yield and quality of fruit of young Orlando tangelo trees. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. (Tropical Region)* 11:72-81.
- Labnauskas, C.K., W.P. Bitters, and C.D. McCarty. 1976. Influence of budding height on performance of Valencia sweet orange on two rootstocks. *HortScience* 11:117-118.
- La Rue, C. 1934. Root grafting in trees. *Amer. J. Bot.* 21:121–126.
- Lawrence, F.P. and G.D. Bridges. 1973. *Rootstocks for citrus in Florida.* Univ. Fla. Coop. Ext. Ser. Cir. 394.
- Marloth, R.H. 1958. Rootstocks for grapefruit. *S. Afr. J. Agr. Sci.* 1(1):43-65.
- Mudge, K., J. Janick, S. Scofield, and E.E. Goldschmidt. 2009. A history of grafting. *Hort. Rev.* Vol. 35. pp. 437-493.
- Ofosu-Budu, K.G. 2003. Performance of citrus rootstocks in the forest zone of Ghana. *Ghana Journal of Hort.* 3: 1-9.
- Ohta, Y. 1991 Graft-transformation, the mechanism for graft-induced genetic changes in higher plants. *Euphytica* 55:91–99.
- Olson, E.O. 1954. Some bark and budunion disorders of mandarin and mandarin-hybrid rootstocks in Texas citrus plantings. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 63:131-136.
- Olson, E.O. 1958. Budunion crease, a citrus disorder associated with some kumquat hybrid rootstocks and scions. *J. Rio Gande Valley Hort. Soc.* 12:27-34.

- 
- Olson, E.O., W.C. Cooper, N. Maxwell, and A.V. Shull. 1962. Survival, size and yield of xyloporosis and exocortis infected old line red grapefruit trees on 100 rootstocks. *J. Rio Grand Valley Hort. Soc.* 16:44-51.
- Pease, A.S. 1933. Notes on ancient grafting. *Trans. Proc. Amer. Philological Assoc.* 64: 66–76.
- Pina, P. and P. Errea. 2005. A review of new advances in mechanism of graft compatibility-incompatibility. *Scientia Hort.* 106:1–11.
- Rossetti, V. 1969. Studies on *Phytophthora* species on citrus in Brazil. p. 1211-1216. In H.D. Chapman (ed.) *Proc. First Intern. Citrus Symp., Vol. III.* May 16-26, 1968. Univ. of Calif., Riverside.
- Reuther, W., L.D. Batchlor, and H.J. Webber. *The citrus industry* 1:441-586.
- Salibe, A.A. and S. Moreira. 1977. Performance of eight rootstocks with nucellar Baianinha nael orange scions in a sandy soil. p. 149-152. In O. Carpena (ed.) *Proc. 1973 Intern. Citrus Congr., Vol. II.* April 24-May 10, 1973, Murcia, Spain. The Ministries of Agriculture & of Education & Science, Murcia.
- Savage, E.M. and F.E. Gardner. 1965. The origin and history of Troyer and Carrizo citranges. *Citrus Industry* 46(2):5-7, 26.
- Smith, P.F. 1975. Effect of scion and rootstock on mineral composition of mandarin-type citrus leaves. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 100:368-369.
- 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.
- Taller, J., Y. Hirata, N. Yagishita, M. Kita, and S. Ogata. 1998. Graft-induced genetic changes and the inheritance of several characteristics in pepper (*Capsicum annuum* L.). *Theor Appl. Genet.* 97:705–713.
- Thoday, D. 1956. Modes of union and interactions between parasite and host in the Loranthaceae. I. Viscoideae, not including Phoradendreae. *Proc. Royal Soc. London, Series B, Biological Sciences* 145:531–548.
- Tidemann, R. 1989. Graft union development and symplastic phloem contact in the heterograft *Cucumis sativus* on *Cucurbita ficifolia*. *J. Plant Physiol.* 134:427–440.
- Tukey, H. 1964. *Dwarfed fruit trees.* Macmillan, New York.
- Ueno, I., M. Iwamasa, and M. Nishiura. 1967. Embryo number of various varieties of citrus and its relatives. *Bul. Hort. Res. Sta. Series B*7:11-21, Okitsu, Japan.
- Volkamer, J.C. 1708. *Nuernbergische Hesperides oder Gruendliche Beschreibung der*

- 
- edlen Citronat Citronen und Pomeranzen-Fruechte, Vol. Nuernberg.
- Wallace, A., C.J. Naude, R.T. Mueller, and Z.I. Zidan. 1952. The rootstock-scion influence on the inorgation composition of citrus. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 59:133-142.
- Webber, H.J. 1948. Rootstocks: their character and reactions. p. 69-168. In L.D. Batchelor and H.J.Webber (eds.) *The citrus industry*, Vol. II. 1<sup>st</sup> ed. Univ. of Calif. Press, Berkeley.
- Wutscher, H.K. 1979. Citrus Rootstocks. *Hort. Rev.* Vol. 1. pp. 237-269.
- Wutscher, H.K. 1978. The influence of rootstocks on yield and quality of red grapefruit in Texas. p. 526-529. In W. Grierson (ed.) 1977 *Pros. Intern. Soc. Citriculture*, Vol. II. May 1-8, 1977, Orlando, Fla. *Intern. Citriculture*, Lake Alfred, Fla.
- Wutscher, H.K. and D. Dube. 1977. Performance of young nucellar grapefruit on 20 rootstocks. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102:267-270.
- Wutscher, H.K., N. Maxwell, and A.V. Shull. 1975. Performance of nucellar grapefruit, *C. paradisi* Macf., on 13 rootstocks in South Texas. *J. Amer. Soc. Hort. Sci. (Tropical Region)* 20:157-165.
- Wutscher, H.K. and A.V. Shull. 1972. Performance of 13 citrus cultivars as rootstocks for grapefruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97:778-781.
- Wutscher, H.K. and A.V. Shull. 1975. Yield, fruit quality, growth, and leaf nutrient levels of 14-year-old grapefruit *Citrus paradisi* Macf. trees on 21 rootstocks. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 100:290-294.
- Yagishita, N. 1961. Studies on graft hybrids of *Capsicum annum* L. II. Variation in fruit shape caused by grafting of three successive generatons and effects in the progeny. *Bot Mag.* 881:480-489.
- Young, R.H. and E.O. Olson. 1963. Freeze injury to citrus on various rootstocks in the Lower Rio Grande Valley of Texas. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 813:337-343.
- Ziegler, L.W. and H.S. Wolfe. 1961. *Citrus growing in Florida*. Univ. of Fla. Press, Gainesville. pp. 64-83.

附錄  
Appendix



附錄表 1. 金豆柑盆栽可利用性評分表。  
Appendix table 1. Availability evaluation sheet of *Fortunella hindsii* bonsai.

各部位百分比	品評項目	條件指標	參考給分	得分
果實 (40%)	結果數 (30%)	7 粒以上	30	
		4-6 粒	10-29	
		1-3 粒	5-9	
	色澤 (10%)	完全上色	10	
		部分上色	5-9	
		無法上色	1-4	
樹型 (30%)	茂密程度(10%)	樹冠不易看見枝幹	10	
		樹冠部分看見枝幹	5-9	
		樹冠明顯看見枝幹	1-4	
	勻稱程度(20%)	樹型均勻	20	
		樹型輕微歪斜	6-19	
		樹型嚴重歪斜	1-5	
整體 (30%)	自然程度(10%)	自然和諧	10	
		稍有匠氣	5-9	
		畸形	1-4	
	著果美觀(10%)	分布均勻	5-10	
		分布不均勻	1-4	
	樹根樹幹(10%)	粗壯程度	1-10	
評語			總分	



後記：

雖然與研究內容無關，在試驗的過程當中有兩項意外的新發現和大家分享。第一項新發現是柑橘類的針刺並不是葉片或葉托所演化而成，而是由發育終止的側枝長成。原因很簡單，在著者做本研究的過程中種植了數百株的金豆柑，其中以虎頭柑和四季桔作為砧木的植株中，有較高比例的針刺發生三叉刺、刺上長葉、刺上開花結果的現象，經過顯微鏡的觀察發現到柑橘類的針刺上偶爾可見到退化的芽點，且針刺的內部構造類似於莖。經過 6-BA 催芽處理，80%的針刺能夠發出新芽，60%能夠長成枝條，因此能確定針刺為莖，但不屬於刺花序軸。

第二項新發現是大約 5%的虎頭柑實生苗呈現半白化狀態，且為穩定的三出複葉，植株矮小而無刺又頗有喜感，可望成為新的觀賞柑橘。此新品種有三個可能的成因，一是虎頭柑與枳類的雜交後代，二是基因突變造成的返祖現象，三是虎頭柑本身就是枳類的雜交後代。目前已經透過頂梢嫁接法，希望能趕快見到此新品種的果實型態。



附錄圖 1. 柑橘刺經 6-BA 處理。



附錄圖 2. 三葉虎頭柑新品種。

Appendix Fig. 1. Thorns treated by 6-BA. Appendix Fig. 2. Trifoliate Hutou Gan.

(本研究結束)