

公開
不公開

執行機關識別碼：040101e108

行政院農業委員會林務局九十三年度科技研究計畫研究報告

資訊庫編號：932490

計畫名稱：重要樹種之復育研究B-臺灣島槐及土肉桂苗木大量繁殖體系之建立 (II)

計畫編號：93農科-4.1.1-務-e1(8)

執行期限：93年1月1日至93年12月31日

計畫主持人：林敏宜

研究人員：黃美雪、林宜平、張清德

執行機關：私立中國文化大學

中文摘要

台灣島槐(*Maackia taiwanensis*)為台灣特有分佈狹隘之稀有種，僅分佈於陽明山竹子湖及大屯自然公園一帶山區。近幾年台灣島槐族群因林下更新困難，族群有逐年縮減的趨勢。經本試驗結果顯示，適當的降低光照強度會使台灣島槐幼苗有較好的生長狀況，但過低的光照強度會對台灣島槐幼苗產生抑制作用

將土肉桂培植體播種在 WPM 培養基添加 0-5mg/l IBA 及 0-5mg/l BA，在黑暗中培養。經過 1 個月後，誘導出黃白色、濕軟之癒合組織，進行細胞懸浮培養，經過生長曲線測試及光學顯微鏡觀察後取得生長最旺盛之細胞 0.5g 放入含 WPM 培養液 50ml 之 125ml 三角錐形瓶放大培養，經過 1 個月後可得到 100g/l 鮮重之培養細胞。

【關鍵詞】台灣島槐、光照強度、抑制作用、土肉桂、細胞懸浮培養、大量繁殖

Abstract

Maackia taiwanensis is endemic and rared species in taiwan and was distributed at Yangmingshan Chutzuhu and Datun Natural Park. It does renew difficulty and populations have decrease. In this study, take appropriate cut down light intensity effect made better grown on seeding of *Maackia taiwanensis*, but low light intensity effect has inhibition. Explant of *Cinnamomum osmophloeum* Kaneh.were inoculated onto WPM supplemented with 0-5mg/l IBA and 0-5 mg/l BA, and were cultured in the dark, white and soft callus were induced from immature embryos after one month, suspension cell culture was then established by using these callus. Growth curve of suspension cell was determind, vigorous grow embryogenic cells were selected by using microscope, and 0.5g of embryogenic cells was inoculated into 125ml conical flask containing 50ml WPM liquid culture medium for amplification culture, 100g/l fresh weight were produced after one month cultured.

【Key words】 *Maackia taiwanensis* Hoshi et Ohish., light intensity., inhibition, *Cinnamomum osmophloeum* Kaneh., cell suspension culture, mass propagation

壹、前言

台灣島槐(*Maackia taiwanensis*)為陽性樹種，又名台灣馬鞍樹，屬豆目，蝶形花科，高麗槐屬，落葉性喬木，樹幹通直，木材重且緻密，可用於製作圍棋、家具，樹幹會分泌黃色汁液，可用以製作黃色顏料。樹幹通直，可供作行道樹或庭園觀賞樹木，為台灣特有分佈狹隘之特有種及孑遺種植物，僅分佈於陽明山國

家公園竹子湖、大屯自然公園及北磺溪上游一帶山地，呈散生狀態分布，生長於海拔 500-1000m 之森林邊緣或步道兩側，台灣島槐約在 2 月中下旬開始萌芽，7 月下旬開始開花至 8 月中旬，8 月下旬開始結實並掉葉，至 10、11 月果實方始成熟，此時樹上僅存不多葉片及整樹的果窠。此時生育地上的草本植物已經乾枯，其種子因此得以萌發，迄隔年五月底，因草本植物迅速生長，台灣島槐幼苗開始大量死亡，因此林下殊少台灣島槐幼苗生長，實為台灣島槐更新之最大障礙。現今成熟台灣島槐植株多生長於鬱閉森林邊緣或內部，故種子成熟後多直接掉落於森林內部，發芽後死亡。

台灣島槐曾多次更改學名，但多將其視為日本島槐之一個變種。根據 ITS 定序及親緣分析，可以得知台灣島槐在親緣關係上，與產自日本的 *M. fauriei* 關係密切。而在台灣島槐遺傳結構上，因其生育地僅在陽明山大屯山一帶，分布狹窄，且有內向配育(*depressed inbreeding*)的現象，造成其變異性不大。

本試驗主要在測試台灣島槐幼苗在不同光照強度的生長發育情況，藉以了解其幼苗生長所需之光度量，以期能作為未來撫育台灣島槐時的參考資料之一。

土肉桂(*Cinnamomum osmophloeum* Kaneh.)為省產樟科特有樹種，散生於本省中海拔天然林中。本樹種在天然林中，常成被壓木，受鄰近喬大樹木之侵凌，而致開花結實不良；偶有優勢單株，可以著生花果時，因野鳥及小動物之採食，亦不易採收，故無性繁殖是最適合之考慮。自民國 71 年到 73 年期間陸續自全省各地採集分別栽植於台北縣新店之中國文化大學華林實驗林場，建立了營養系庫。

目前土肉桂在市場因其副產物（生物防治或食材方面）上之價值，成為農民競相種植之對象，但是含肉桂醛高之品系得之不易，數量也遠不及提供市場需求，故擬利用本林場營養系庫篩選出優良之品系進行細胞系大量生產之技術研究。

貳、文獻探討

根據前人研究，台灣島槐之種子發芽率極高，約 98.73%(賴明誠，1997)，故顯示台灣島槐稀少的原因並非因為種子發芽率不良

根據前人調查，台灣島槐之成熟植株由 100 多株(賴明誠，1997)掉至 77 棵(陳霏蓉，2000)。

台灣島槐因其生育地僅在陽明山大屯山一帶，分布狹窄，且有內向配育(*depressed inbreeding*)的現象，造成其變異性不大，亦有可能成為其更新之一大困難(應紹舜、賴明誠，2000)。

(二)光度對植物的影響

光提供植物行光合作用所需之能量，因此同種植物分別生長於不同光度之環

境時，會產生形態上及結構上的變化，藉由此種變化有助於了解植物於遮蔭環境下的可塑性(plasticity)，攸關樹種的耐蔭度(shade tolerance)。

1. 葉的大小

葉為行光合作用之主要器官，所以光環境的改變會影響苗木的葉片形態，典型者為改變葉面積大小(Barnes et al., 1998; Hopkins, 1995)。許多樹種之葉面積因相對光度之降低而增加，如烏心石(黃進輝及郭幸榮, 1996)、加拿大紫荊(Abrams, 1986)、美國山毛櫸(Goulet and Bellefleur, 1986)、漿果鵝(Witkowski and Lamont, 1991)、*Quercus lobata*(Holmes, 1995)、英國紅櫟(Ziegenhagen and Kausch, 1995)、*Cedrelinga catenaeformis*(Poorter, 1999)等，當相對光度低於生長所需時，苗木葉面積不再增加，而呈現下降(Jones and McLeod, 1990)。當然也有相反結果的樹種，即葉面積隨相對光度增加而有增加之趨勢的，如黑野櫻(Abrams et al., 1992)、美國山桂(Brand, 1997)、歐洲山毛櫸(Welander and Ottosson, 1998)、紅糖槭、糖槭(Ashton et al., 1999)。

2. 葉片數目

不同苗木生長於低光度環境下，葉片數目之反應亦有所不同。如 *Quercus lobata*(Holmes, 1995)、榭樹(Igboanugo, 1990)、*Fagus grandifolia*、紅糖槭、*Quercus rubra*、*Liriodendron tulipifera*、*Populus tremuloides*(Loach, 1970)、毛柿(郭耀綸及吳祥鳴, 1997)、美國山桂(Brand, 1997)生長於全光下，其葉片數目最多，即葉片數目隨光度增加而增加。

3. 葉片厚度

苗木經遮蔭後，因柵狀細胞厚度、上下表皮細胞厚度、角質層厚度減小，會導致葉片厚度減小，如烏心石(黃進輝及郭幸榮, 1996)、加拿大紫荊(Abrams, 1986)、*Cedrelinga catenaeformis*(Poorter, 1999)、漿果鵝(Witkowski and Lamont, 1991)、巴波番荔枝(Young and Yavitt, 1987)即以生長於全光環境下之陽葉厚度較厚。無論樹種的耐蔭性，陽葉均較陰葉厚(Carpenter and Smith, 1981)，這是因為葉較厚小可迅速將熱傳導致葉之邊緣，使葉面常維持較陰葉為低之溫度，避免受到過熱之影響(Vogel, 1968)。

4. 氣孔密度

氣孔密度之多寡與樹種的耐蔭性，並無明顯相關性(Kubiske, 1990)，而是反應出苗木生長之環境。故生長於乾旱生育地的樹種之氣孔密度，高於生長於適濕生育地的樹種；而生長於全光環境下苗木之氣孔密度與生長於乾旱生育地者之氣孔密度相似(Carpenter and Smith, 1975)。因此，氣孔密度多寡受光環境影響，隨光度增加而增加，即生長於全光下的苗木氣孔密度最高(Ciha and Brun, 1975)，換句話說，即生長於全光下之苗木有較高之蒸散作用能力(Vogel, 1968)。

5. 苗木生物量生產與分配

苗木生長於低光度環境時，需要較大的葉面積以生產乾物質，即葉面積比(LAR)及比葉面積(SLA)會隨著光度降低而增加，而乾物質生產量則隨著光度增加而增加(Phares, 1970; Jones and McLeod, 1990; NeSmith, 1993)。

而有些樹種則以生長在適度遮蔭時，苗木總乾物重才能達到最大(Poorter, 1999)，如皮孫樹及鐵色，在相對光度 50%時，苗木各部位乾重及總乾物重最高(王相華, 1995)；黃心柿在相對光度 65%時及毛柿在相對光度 35%時，苗木各部位乾重及總乾物重最高(郭耀綸及吳祥鳴, 1997)。

台灣島槐之結種率甚高，種子在 10 月果莢青翠時採收較 11 月枯黃時採收，不僅發芽速度較快，發芽率亦可增加 30%左右。其種子之發芽適溫為 20°C ~ 30°C。在五種不同扦插介質比較中，水蛭石 2 號較適合作為扦插介質材料。以 IBA0~10000ppm 濃度對台灣島槐之硬木插穗作促進發根處理，結果均不甚理想，但若以二年生實生苗之枝條作插穗沾 IB 0~10000ppm 粉處理，則 45 天後便發根，而且發根率可達 76.7%，BA 濃度與萌芽數且成線性相關。以 IBA1000ppm 對台灣島槐苗木二年生枝條施行高壓法繁殖，經一個月後，不僅根系生長茂密，發根率高達 100%。在組織培養方面，台灣島槐節段培養於含低濃度 BA (0.5、1mg/l) 培養基中，對芽之萌發及生長率較為有利，在莖芽方面，於 MS 培養基中，BA (0.5、4mg/l) 只長成一粗短有葉之枝條，kine-tin (0.5、1mg/l) 則較能促使形成叢生枝。而在 WPM 培養基中，兩種 Cytokinins 之角色表現則與在 MS 培養基中所扮演者恰好相反，以 BA 較能促進叢生枝產生，而且莖芽數最多(楊錫昌, 1992)

土肉桂(*Cinnamomum osmophloeum* Kaneh.)，分類上屬於樟科、樟屬，屬中喬木、葉互生，卵型、卵狀橢圓，薄革質，上光滑，先端銳至漸尖，三出脈近葉緣、花序聚繖狀之圓錐花序，花數少，腋生、果橢圓形，長約 1cm，徑 0.5cm，成熟時紫黑色，主要散生於海拔 400~1200 公尺之天然闊葉林中，其天然分佈，北起大屯山，經中央山脈東西兩麓，南達恆春半島(胡大維 1992)。

土肉桂的化學成分以其芳香精油為主，精油成分中已獲鑑定有 64 項成分(Fang et al., 1989; Hussain et al., 1986)，主要成份為肉桂醛，其餘成分有丁香酚、香豆素、茄羅木醇、肉桂醇及苯醛等。肉桂根皮具有肉桂醛(cinna-maldehyde)等精油成分可用在生物防治或食材方面上，例如風靡世界的 Coca Cola，還有肉桂風味的麵包、冰淇淋、咖啡等，而中國藥學則認為桂枝、桂皮具有發汗解毒、補元氣、暖脾胃、離積冷、通血脈等功能。

土肉桂精油成分含量在各地區及各種源之間變異頗大，其莖皮肉桂醛含量低，主要使用部分為葉片，優良營養系之葉部精油收率可達 1%，肉桂醛含量 80%以上(胡大維等, 1992; 王振瀾和尹華文, 1992)。十餘年前並曾經有商人採收其枝葉及樹皮外銷，但因貨源都來自山上野生樹，難以源源不絕供應，加上無任何保護措施，任由人濫肆採伐，現今天然林中的大徑木已不多見。

土肉桂在天然林中常成被壓木，受鄰近大樹之侵凌，而使開花結實不良；偶

有優勢之單株可以著生花果時，因鳥與小動物之採食，亦不易採收（胡大維,1992），土肉桂種子經乾燥後壽命可達一年，但仍屬短壽形種子，在4°C層積下，2個月內種子發芽率大幅下降（林和 吳,1991）。

植物的組織培養乃依植物組織細胞具有分化全能性之原理，藉由供給營養、植物生長調節劑與微氣候環境等因子之控制，進而誘使培植體進行細胞的增殖，誘導器官的形成或促使體胚發生而快速建立營養系（Huang *et al.*,1998; Inanoto&Kitani.,1989）。

懸浮培養乃於震盪的液態培養液中培養細胞，促進細胞快速增殖，其生長速率遠比固態培養癒合組織快速且培養之細胞較均質，例如白雲杉（*Picea glauca*），挪威雲杉（*Picea abies*），不僅由固態培養獲得大量體胚，還可以進一步以懸浮培養細胞快速誘導更大量之體胚產生（Arya, 2000；Chien&Yang,1996），照光會影響癒合組織生成之結構，據張等(1996)在台灣紅豆杉（*Taxus mairei*）癒合組織培養之研究顯示，黑暗中誘導出之癒合組織顏色為黃色至淡褐色，細胞鬆軟含水量高。反之，光照下癒合組織為白色、淺綠色或褐色，細胞堅硬鬆脆。

參、研究方法

一、臺灣島槐

(一) 材料

- 1.採自大屯自然公園之當年生台灣島槐種子。(於2003年10月5、12日兩日採集)
- 2.標準培養土(砂：泥炭土：珍珠石=1：1：1)。
- 3.黑軟盆。
- 4.框架(長×寬×高=30×30×60cm)。
- 5.市售遮蔭網(標示遮蔭70%)。
- 6.光度計

(二)、試驗方法

- 1.將框架以市售遮蔭網釘出不同遮蔭度，共3種遮蔭，6個框架。
- 2.將框架分別置於室外空曠處與室內，並使用光度計測量其光度
- 3.將調製好的培養土置入黑軟盆中。
- 4.將台灣島槐種子以培養皿及低溫層積處理誘導發芽以成苗木。
- 5.將台灣島槐實生苗置入已準備好的黑軟盆內。
- 6.將黑軟盆置入以處理好的框架內，每個框架6盆。
- 7.觀察並紀錄其生長發育情況。

二、土肉桂

(一) 材料

採集自文化大學華林林場的土肉桂營養系園優良品系葉片

(二) 方法

1. 癒合組織誘導

(1) 表面消毒

土肉桂葉片

A. 浸 1/500 安期消毒液 10 分鐘。B. 浸 70 % 酒精-5 分鐘。C. 浸 2 % NaOCl (100ml 加 2 滴 Tween20) 15 分鐘。D. 浸 10 % H_2O_2 15 分鐘。E. 在無菌操作台中以無菌水沖洗 3~5 次。

* 殺菌過程中(A~D)以超音波震盪器震盪。

(2) 無菌培養

取其培植體，置於 WPM 培養基，並分別添加 0.5 mg/l IBA、0.5 mg/l BA 於培養基中，以黑暗處理進行培養。每個培養皿放置 5 個胚，重複 4 次。

(3) 培養環境

溫度：25°C 恆溫。

光照強度：27 $\mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ 日光燈照。

(4) 統計分析方法

本試驗將培植體的癒合組織誘發率計算後，以完全隨機設計，進行變異數分析。如處理間達顯著水準 ($\alpha=0.05$)，再使用鄧肯氏新多變域檢定法 (Duncan's new multiple range test) 比較。

2. 細胞懸浮培養

取上述誘導出之 0.5g 胚性癒合組織，移至 125ml 三角錐型瓶中，加上 50ml 之液態培養液，培養液成分以 WPM 基礎培養液加上 6 種不同配方的植物生長調節劑組合 (0.1 mg/l 2,IBA+0.1-0.5 mg/l BA) 而成，以促使其大量增殖，過 5 天後再用濾網過濾粗顆粒。約 7-10 天繼代培養一次 (繼代時更換 10ml 培養液及上面懸浮破裂之細胞)，震盪器轉速 110rpm 培養。在培養過程中以 SCV (sedimented cell volume) 法測其細胞生長曲線，調整細胞密度後，更換新鮮培養基，並利用光學顯微鏡觀察其細胞生長狀況。培養過程中每天量測細胞生長量，並取指數期細胞進行大量培養。

肆、結果與討論

一、臺灣島槐

(一) 種子發芽結果

本次試驗共採集台灣島槐當年生種子 491 顆，扣除使用於組織培養所使用

的 120 顆，與發霉、縮水萎縮的 29 顆，共計有 342 顆發芽。故本次試驗所採取之台灣島槐種子發芽率為 $\frac{342}{371} \times 100\% = 92.18\%$ ，算是高發芽率，再與前人研究作比較，即可推測台灣島槐林下更新問題並非種子發芽率過低而導致。

(二) 光度試驗

試驗參數：本試驗自 2003/10/30 至 2004/02/12，歷經將進 10 個月的測量。各框架光度測量結果如表 1

表 1. 各試驗裂區於所測得之平均光度

室內組			
	A	A1	A2
平均光度 (Lux)	3400	2500	1400
室外組			
	B	B1	B2
平均光度 (Lux)	40000	9000	5000

註：A、B 代表無遮蔭
A1、B1 代表遮蔭一層
A2、B2 代表遮蔭二層

本試驗經 10 個月的遮光效應，使用葉面積及苗高，代表光照強度對台灣島槐苗木生長之參數。葉面積部分試驗分析結果如附表(表 2、3、4)，苗高部分試驗分析結果附表(表 5、6、7)。由於本次試驗種子發芽率為 92.18%，此結果雖與 1998 年賴銘誠所作之發芽率 98.73% 為低，但相對於相當多樹種而言，依然算是相當高的發芽率，故台灣島槐族群逐年稀少之原因應可把種子發芽率不良此因素去除，此結果可作為以後復育正確開始的方向。經本次光度試驗的結果，可以發現台灣島槐幼苗在適當遮蔭的環境下可以有較大的葉面積，但當光度下降至一定程度後(低於 2500 Lux)，苗木會因光度不足而產生白化死亡的現象。經本次光度試驗的結果，可以發現台灣島槐幼苗在適當遮蔭的環境下會為了增取光源而產生徒長的現象，但除非光度差距太大，否則並不明顯。綜合以上三點，可得知台灣島槐幼苗在生長初期適度的遮蔭(5000-9000Lux)可以促進其生長，即可得葉片面積較大且較矮小之苗木，但過低的光度(<2500Lux)會導致苗木因光度不足而產生徒長現象，最終白化死亡。此結果可能是造成目前台灣島槐族群只分布於森林邊緣及步道兩側的原因之一。

表 2. 台灣島槐幼苗經 10 個月處理後所得葉面積之差異

處理	平均數	個數	標準差
A	19.82	6	2.51
A1	13.33	6	1.93
A2	9.97	6	3.06
B	20.87	6	1.14
B1	17.98	6	1.69
B2	22.93	6	1.85
總和	17.48	36	4.95

表 3. 台灣島槐幼苗經 10 個月處理後所得葉面積之變異數分析結果

變異數分析					
	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	723.40	5	144.68	32.18	0.000
組內	134.87	30	4.50		
總和	858.27	35			

表 4. 葉面積 Duncan 檢定結果

Duncan 檢定						
alpha = .05						
處理	個數	1	2	3	4	5
A2	6	9.97 ^a				
A1	6		13.33 ^b			
B1	6			17.98 ^c		
A	6			19.82	19.82 ^{cd}	
B	6				20.87	20.87 ^{de}
B2	6					22.93 ^e

表 5. 台灣島槐幼苗經 10 個月處理後所得苗高之差異

處理	平均數	個數	標準差
A	21.93	6	0.46
A1	23.55	6	0.69
A2	35.58	6	0.65
B	20.22	6	0.30
B1	19.80	6	0.11
B2	20.75	6	0.43
總和	21.972	36	2.11

表 6. 台灣島槐幼苗經 10 個月處理後所得苗高變異數分析結果

變異數分析					
	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	148.95	5	29.79	128.41	0.000
組內	6.96	30	0.23		
	155.91	35			

表 7. 苗高 Duncan 檢定結果

Duncan 檢定						
alpha = .05						
處理	個數	1	2	3	4	5
B1	6	4.80 ^a				
B	6	5.22	5.22 ^{ab}			
B2	6		5.75 ^b			
A	6			6.93 ^c		
A1	6				8.55 ^d	
A2	6					10.58 ^e

表 8 黑暗中土肉桂培植體在不同濃度 IBA 與 BA 組合下誘發癒合組織之結果
 Tab.8 The effect of IBA and BA combination on callus induction of explant of *Cinnamomum osmophloeum* Kaneh. under darkness condition

培養基代號	IBA (mg/l)	BA (mg/l)	培植體 Explants	callus 形成數	callusing (%)
N1	0	0	20	8	40
N2		0.5	20	10	50
N3		1.0	20	12	60
N4		3.0	20	7	35
N5		5.0	20	8	40
N6	0.5	0	20	7	35
N7		0.5	20	12	60
N8		1.0	20	11	55
N9		3.0	20	4	20
N10		5.0	20	3	15
N11	1.0	0	20	14	70
N12		0.5	20	9	45
N13		1.0	20	17	85
N14		3.0	20	16	80
N15		5.0	20	8	40
N16	3.0	0	20	13	65
N17		0.5	20	18	90
N18		1.0	20	6	30
N19		3.0	20	8	40
N20		5.0	20	4	18
N21	5.0	0	20	8	24
N22		0.5	20	11	36
N23		1.0	20	12	50
N24		3.0	20	7	28
N25		5.0	20	10	40

表 9 黑暗中土肉桂在不同濃度 IBA 與 BA 組合下誘發 callus 之變方分析表
 Tab.9 The variance analysis of callus induction effects of IBA and BA treatments on explant of *Cinnamomum osmophloeum* Kaneh. under darkness condition

變異來源	自由度	F 值
IBA 濃度	3	49.86**
BA 濃度	3	34.78**
IBA×BA	9	24.37**

表 10A 黑暗中土肉桂在不同濃度 IBA 與 BA 組合下誘發癒合組織鄧肯氏新多變域檢驗法結果
 Tab.10A The duncan analysis of callus induction effects of IBA and BA treatments on immature embryo of *Cinnamomum osmophloeum* Kaneh. under darkness condition

10A.不同濃度之 IBA

IBA 濃度 (mg/l)	callus 誘發率平均值 (角度轉換)
1	51.54 ^a
3	42.56 ^b
0	41.65 ^b
0.5	35.40 ^c
5	33.81 ^c

10B.不同濃度之 BA

BA 濃度 (mg/l)	callus 誘發率平均值 (角度轉換)
1	47.53 ^a
0.5	46.38 ^a
0	40.75 ^b
3	39.31 ^b
5	33.03 ^c

合組織做為材料，並將其盡量切碎。(2)開始時之接種量宜大，培養基量宜少。(3)培養基採少量多次添加，不宜一次將培養基全部更換，因培養環境變化過大不適合細胞分裂生長。(4)須經常以篩網將大顆粒濾除。

在本試驗中發現土肉桂胚原性細胞呈現緊密，在培養過程不易分離，不易得到較均質之細胞。從癒合組織移至液態懸浮培養初期細胞面臨環境轉變之壓力增殖速度較慢，在培養進入第3天後細胞便快速增殖。在培養過成中每隔7-10天更換培養液及上層破裂細胞，雖然更換培養液會造成細胞短暫之環境壓力待其適應後細胞仍可以快速增殖達另一生長高峰。更換破裂之細胞有助於減少一些培養空間之耗損，增加其它完整細胞與培養液之接觸面積，也可以避免破裂細胞釋出有害之物質入培養液中。

伍、參考文獻

- 1.王相華 (1995) 不同光度對四種季風雨林樹種幼苗生長及形態之影響 林業試驗所研究報告季刊 10(4): 405-418
- 2.王國雄 (1995) 陽明山國家公園特殊植物種類及其族群生態研究 內政部營建署陽明山國家公園管理處
- 3.成寧 (2000) 台灣鐵杉之組織培養。國立台灣大學森林學研究所碩士論文。
- 4.李瑞宗 (1988) 丹山草欲燃-陽明山國家公園步道植群 內政部營建署陽明山國家公園管理處
- 5.呂勝由、林明志 (1996) 台灣稀有及瀕危植物之分級 彩色圖鑑(1) 行政院農業委員會
- 6.花炳榮 (1994) 陽明山國家公園原生植物種源保存及培育方法 國家公園學報(5) 1
- 7.林鴻忠、梁廣文、廖天賜 (2001) 土肉桂扦插繁殖驗。臺灣林業 27 (1) :41-44。
- 8.林讚標、吳濟琛 (1992) 土肉桂扦插繁殖與種子苗培育。台灣省林業試驗所林業叢刊 72 : 15-30。
- 9.胡大為、何政坤 (1986) 生長激素對土肉桂不同單株帶葉枝插發根之影響。林試所研究報告季刊 1 (1) : 15-24。
- 10.徐國士、柳楷、呂勝由、楊遠波、林則桐、邱文良 (1987) 台灣稀有植物群落生態調查 行政院農業委員會
- 11.郭信榮、黃進輝 (1998) 烏心石苗木在溫室內不同光度下之生長表現 台大實驗林研究報告 12(4): 289-298
- 12.黃進輝 (1994) 烏心石苗木在不同光度下形態暨生理反應 台灣大學森林學研究所碩士論文
- 13.黃進輝、郭幸榮 (1996) 烏心石苗木形態於不同光度下之變化 台大實驗林研究報告 10(1): 49-65
- 14.張淑華、何政坤、蔡錦瑩 (1996) 台灣紅豆杉癒合組織之誘導、培養與紫杉醇生產 台灣林業科學 11(4): 445-453。
- 15.張淑華、何政坤、蔡錦瑩 (2002) 牛樟之組織培養 台灣林業科學 17(4): 491-501
- 16.陳舜英 (1997) 光度及氮肥對三斗石櫟苗木形質生長暨林地表現之影響 台灣大學森林學研究所碩士論文
- 17.陳霏蓉 (2000) 台灣島槐之族群分布調查 中國文化大學森林學系八十八學年度專題討論

- 18.郭耀綸、吳祥鳴 (1997) 黃心柿、毛柿及大葉山欖苗木光合作用與形態對不同光量的可塑性 中華林學季刊 30(2) : 165-185
- 19.陳禧瑩 (1998) 以植物細胞培養生產二次代謝物 L-DOPA 之培養條件及生物反應器操作策略探討。國立台灣大學化學工程學研究所博士學位論文。
- 20.張肇麟、王亞男(1999)台灣雲杉癒合組織之誘導。中華林學季刊 32 (3) : 285-298。
- 21.葉茂生、鄭隨河 (1991) 台灣豆目資源彩色圖鑑 行政院農業委員會
- 22.楊錫昌 (1992) 陽明山國家公園稀有及特殊植物繁殖之研究 內政部營建署陽明山國家公園管理處
- 23.蔡佳蓉、姜家華、王亞男 (1991) 紅檜懸浮培養誘導體胚發生。中華林學季刊 24 (1) : 77-82。
- 24.鄭庭康 (1992) 土肉桂栽植造林技術。台灣省林業試驗所林業叢刊 38 : 31-41。
- 25.賴明誠 (1998) 台灣島槐族群及生育地之研究 台灣大學森林學研究所碩士論文
- 26.Abrams, MD. (1986) Physiological plasticity in water relations and leaf structure of understory versus open-grown *Cercis Canadensis* in northeastern Kansas. Can. J. For. Res. 16:1170-1174
- 27.Abrams, MD. and M.E.Kubiske. (1990) Leaf structural characteristics of 31 hardwood and conifer tree species in central Wisconsin: influence of light regime and shade-tolerance rank. For. Ecol. Manage. 31:245-253
- 28.Abrams, MD., B.D.Kloeoppel, and M.E.Kubiske. (1992) Ecophysiological and morphological responses to shade and drought in two contrasting ecotypes of *Prunus serotina*. Tree Physiol. 10:343-355
- 29.Ashton, P.M.S., G.P. Berlyn. (1994) A comparison of leaf physiology and anatomy of *Quercus* (section *Erythrobalanus*-Fagaceae) species in different light environments. Amer. J.Bot.81(5):589-597
- 30.Arya, S., R. K. Kalia and I. N. Arya (2000) Induction of somatic embryogenesis in *Pinus roxburghii* Sarg. Plant Cell Rep. 19:775-780.
- 31.Ashton, P.M.S., H.S.Yoon, R.Thadani, and G.P. Berlyn. (1999) Seedling leaf structure of New England maples (*Acer*) in relation to light environment. For. Sci. 45(4):512-519
- 32.Barnes, B.V., D.R. Zak, S.R. denton, and S.H. Spurr. (1998) Forest ecology. John Wiley and Sons.Inc.
- 33.Chien SH, Yang JC. (1996) Enhancement of palnt formation from embryo cultures of *Taxus mairei* using suitable culture mediumand PVP. Bot Bull Acad Sin 37:35-40.
- 34.Huang LC, Huang BL, Murashige T. (1998) A micropropagation protocol for *Cinnamomum camphora*. In Vitro Cell Dve Biol Plant 34:141-148.
- 35.Inamoto Y, Kitani Y. (1989) In vitro propagation of *Cinnamomum cassia*. Shokubutsu Soshiki Baiyo 6:25-30.
- 36.Kao YP, Huang SG, Liu IH. (1999) Growth performance of 5-yr-old *Cinnamomum kanehirae* rooted cuttings after planting. Taiwan J For Sci 14(1):45-52. 【in Chinese with English summary】
- 37.Moser JR, Garcia MG, Viana AM. (2004) Establishment and growth of embryogenic suspension cultures of *Ocotea catharinensis* Mez.(Lauraceae). Plant cell, tissue and organ culture. July,

v.78, no.1 p.37-42.

38. Nirmal Babu K, Sajina A, Minoo D, John CZ, Mini PM, Tushar KV, Rema J, Ravindran PN. (2003) Micropropagation of camphor tree (*Cinnamomum camphora*). Plant cell, tissue and organ culture. Aug, v.74, no.2 p.179-183.
39. Rai VRS, Chandra KSJ. (1987) Clonal propagation of *Cinnamomum zeylanicum* Brey n. by tissue culture. Plant Cell Tissue Org Cult 9:81-85.
40. Son, S. H., S. M. Choi, Y. H. Lee, K. B. Choi, S. R. Yun, J. K. Kim, H. J. Park, O. W. Kwon, E. W. Noh, J. H. Seon and Y. G. Park (2000) Large-scale growth and taxane production in cell cultures of *Taxus cuspidata* (Japanese yew) using a novel bioreactor. Plant Cell Rep. 19:628-633.
41. Teng, W. L. and Ngai, Y. W. (1999) Regeneration of *Oxalis triangularis* spp. *triangularis* from suspension cells cultured in three different systems (solid, liquid-flask and bioreactor cultures) Plant Cell Report. 18:701-706.
42. Teruaki, S. and K. Kenji (1999) Relationship between production of carrot somatic embryos and dissolved oxygen concentration in liquid culture. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 57(1):29-38.
43. Wei LC. (1974) Preliminary results in vegetative propagation of *Cinnamomum kanehirae*. Tree Planta Today 57:71-82
44. Witjaksono, Litz RE (2004) Effect of gamma irradiation on embryogenic avocado cultures and somatic embryo development. Plant cell, tissue and organ culture. May, v.78, no2 p.139-147
45. Yazaki K, Okuda T. (1990) Condensed tannin production in callus and suspension cultures of *Cinnamomum cassia*. Phytochemistry v.29(4) p.1559-1562.
46. Yazaki K, Okuda T. (1993) *Cinnamomum cassia* Blume(cinnamon): *in vitro* culture and the production of condensed tannins. Biotechnology in agriculture and forestry 24:122-131.



圖 1 臺灣島槐果莢及種子



圖 2 臺灣島槐種子發芽



圖 3 臺灣島槐覆概蓋一層遮蔭網



圖 4 臺灣島槐覆概蓋二層遮蔭網

圖 5 臺灣島槐室外遮蔭試驗

圖 6 臺灣島槐培養 6 個月



圖 7 臺灣島槐培養 8 個月



圖 8 遮蔭造成臺灣島槐徒長



圖 9 臺灣島槐培養 10 個月

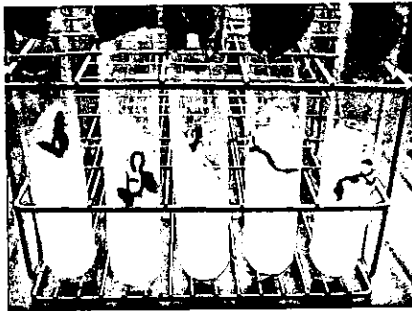


圖 10 臺灣島槐組培苗微體繁殖



圖 11 組培苗組培苗長出葉片



圖 12 組培苗長出成熟 5 個葉片

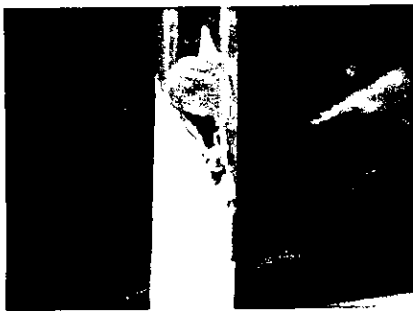


圖 13 組培苗葉片長大發展出根系



圖 14 組培苗長出成熟葉片



圖 15 組培苗長出根系分佈



圖 16 組培苗移瓶馴化

圖 17 組培苗進行光度試驗

圖 18 土肉桂在光照下誘導出白色鬆軟 callus

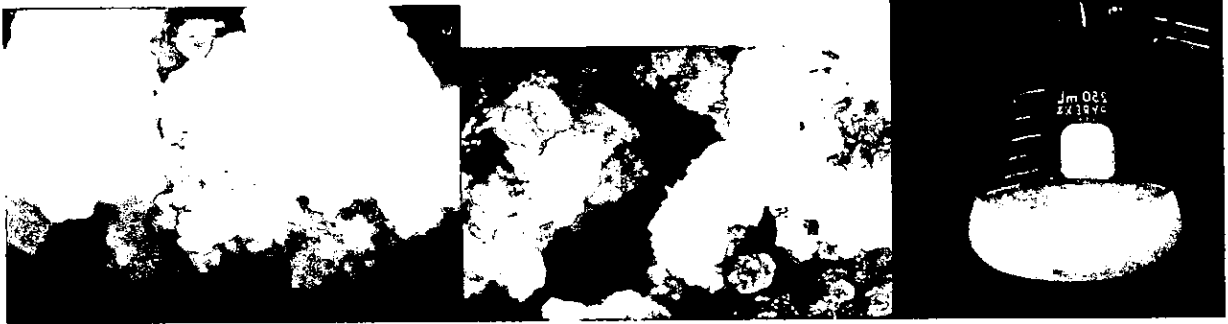


圖 19 土肉桂在 BA 及 IBA1:1 比例下

圖 20 在黑暗中誘導出濕潤柔軟 callus

圖 21 土肉桂懸浮細胞培養

誘導出疏鬆 callus

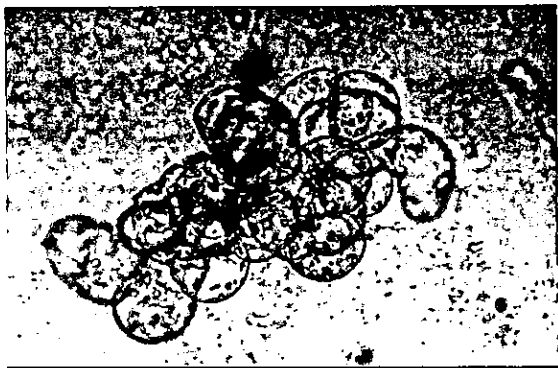


圖 22 土肉桂懸浮細胞增殖、分裂