

興大園藝

第三十三卷 第一期

- 果房包覆對'台農二號'番木瓜果實品質及污斑之影響
.....呂姿儀 林慧玲 王仁晃..... 1
- 低海拔梨花穗品質與高接梨果實發育之關係
.....張祐銘 施昭彰 倪正柱.....27
- 百香果自交不親和性及其柱頭與花粉發芽之研究
.....卓俊銘 許圳塗 曾夢蛟.....41
- 不同根域溫度及鈣濃度處理對胡瓜'夏笛'植株鉀、鈣及鎂含量之影響
.....蓋玉恬.....53
- Seed vigor tests for 'Autumn King' cabbage seeds
.....Nan Kyi Yin Yu Sung.....65
- 栽培介質配合蘭菌接種對於嘉德麗亞蘭出瓶苗之影響
.....莊育瑞 王才義.....81
- 體外鱗莖直徑、溫度與培養代數對豔紅鹿子百合鱗片器內增殖的影響
.....錢昌聖 張 正.....93
- 園藝治療活動對自閉症患者治療效果之個案研究
.....洪甄苡 歐聖榮.....101
- 台灣潛在休閒住宅購買吸引力之研究
.....江奇真 歐聖榮.....117

國立中興大學園藝學系編印

中華民國九十七年三月

果房包覆對‘台農二號’番木瓜果實品質 及污斑之影響

呂姿儀¹⁾ 林慧玲²⁾ 王仁晃³⁾

關鍵字：番木瓜、果房包覆、污斑、泰維克布、不織布

摘要：污斑發生的原因可能與低溫有關，果實在套袋後因袋內溫度較為穩定而減少污斑產生。南投地區可能因為溫差較大而使污斑發生面積高於高雄地區。果實生長至一定大小，於污斑未出現前進行果房包覆 96 天可明顯降低污斑的發生，套袋材質以泰維克布的減少污斑效果較不織布佳。套袋後果皮較明亮且有光彩，但會降低果重，而乳汁體積、全可溶性固形物則無明顯差異。果實在套袋 48 天後，果肉中鉀、鈣、鎂濃度皆較對照組低，隨著套袋時間增加，至 96 天後影響反而較小，僅鉀、鎂濃度較對照組低。另外，套泰維克布處理的果皮其總酚類化合物與苯丙胺酸脫氨裂解酶活性較低。果皮污斑的發生可能與果實在逆境下所引發的褐化反應有關。

前 言

於 1950 年巴西與 1963 年夏威夷報告中即記載番木瓜果皮生理性斑點(skin freckle)，台灣亦稱污斑，此徵狀在果實發育初期為極微小的斑點，主要出現於果實莖幹之外側即遠軸面(向陽面)，呈現綠褐色斑點，於較大的污斑中心部分還會呈現網狀圖案、灰色脫落與水浸狀邊緣(Eloisa *et al.*, 1994; Kaiser *et al.*, 1996)，隨著果實逐漸成熟，果皮上斑點會增大，部分污斑直徑(freckle diameter; FD)甚至大於 1.3cm，但基本上污斑直徑小於 0.4cm。Kaiser 等(1996)證明污斑發生原因與病原菌感染無直接關係，可能與環境、基因型以及果

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。
2) 國立中興大學園藝學系副教授，通訊作者。
3) 行政院農委會高雄區農業改良場助理研究員。

實生理方面有關，於台灣、巴西、夏威夷、南非地區研究顯示，生理性污斑周年皆會產生(林，2007; Campostrini *et al.*, 2005; Eloisa *et al.*, 1994; Kaiser *et al.*, 1996)，在溫暖季節果實污斑指數(FI)與污斑直徑(FD)皆較低溫季節低，於冬季時污斑甚至遍及於整個果皮，有時還會誘導果皮出現銹斑(Eloisa *et al.*, 1994)，主要是由於當溫度下降時，會增加細胞膨脹，使膨壓增加以及可能引起果實表面之表皮細胞選擇性乳汁細胞支流的破裂。果實採收前1-3個月污斑發生指數與溫度呈現負相關，其中以採收前2個月之最高溫與最低溫具較高的發生率與直徑(Eloisa *et al.*, 1994)。早期學者發現在潮濕季節污斑發生較為嚴重，因此Chan 及 Toh (1988)懷疑可能因潮濕環境導致污斑發生，但1994年，Eloisa等學者試驗結果得知，污斑發生指數與果實採收前任何時間之降雨量無直接關係，但採收前2個月降雨量與污斑直徑正相關，可能影響水分狀態而提升膨壓，導致污斑直徑增加。

在營養部分，缺鈣常被認為是造成果實生理障礙之誘因，如番茄尻腐病(blossom-end rot)、蘋果苦痘病(bitter pit)皆是因缺鈣引起，因此學者起初推測污斑發生是否與果實鈣含量具相關性，於巴西里約熱內盧地區調查‘台農一號’已達園藝成熟度之果實，在污斑發生較高(冬季)/低(夏季)之月份其果梗、內側果皮、外側果皮鈣濃度之變化，結果顯示在污斑較高月份，無論果梗或內外側果皮之鈣濃度、Ca/K、Ca/Mg皆比斑點較少月份高，且外側果皮(污斑較多)鈣濃度亦比內側高(Campostrini *et al.*, 2005)，在台灣雲林地區觀察到相似結果，污斑較嚴重之1月‘台農二號’果實催熟後外側果皮鈣濃度明顯較高，而其他月份，催熟後內外側果皮均無異(林，2007)，以上兩個試驗皆顯露出低濃度鈣與污斑發生無直接關係，反而發現污斑指數較高之果實鈣含量卻較高，推測原因為較高之營養，可能誘導細胞壁變得較堅硬而降低彈性，當膨壓增加時，導致細胞破裂而誘導污斑發生(Campostrini *et al.*, 2005)。

目前研究指出，污斑發生與品系遺傳有關，可以利用育種方式，以不同基因型雜交來獲得對污斑敏感度較低之品種，學者利用 Line19 污斑敏感度較低品系與對污斑敏感度較高 Line20 之品系進行雜交，結果經 Line19×Line20 所產生之後裔，較污斑敏感度高之父母本明顯可降低污斑發生之徵狀，約可降低27-68% (Chan and Toh, 1988)。另外，於污斑未發生前果實經覆蓋褐色、白色紙袋在果實生長後期均能有效降低果實污斑發生指數(Eloisa *et al.*, 1994; Kaiser *et al.*, 1996)。雖然果斑產生，並不會影響果肉食用品質，但果實外觀為消費者購買時主要考慮之因素，加上近年來外銷至日本，對方國家亦相當重視此問題，而限制到外銷市場與銷售金額。故本試驗希望能利用果房包覆之方式，探討降低果實污斑之可行性，期能釐清果斑發生之關鍵因子，擬定有效對策，以減少污斑發生，提高果實外觀品質，減少採後損耗，以提升番木瓜國際市場之競爭力。

材 料 方 法

一、試驗材料與方法

本試驗主要分二個試驗地區，分別為高雄地區與南投地區，以台農二號(Tainung No.2)番木瓜作為本試驗材料。

(一) 高雄地區果房包覆不織布(Non-woven fabric)或泰維克[®]布(Tyvek)對‘台農二號’番木瓜果實品質之影響

試驗材料由高雄農業改良場王仁晃先生提供之‘台農二號’(Tainung No.2)果實為材料，試驗地點在高雄縣六龜鄉新威村果園進行，果房包覆處理日期為 2006 年 11 月 27 日，試驗共分為不套袋(對照組)、泰維克[®]布(Tyvek)、不織布(Non woven material)3 種處理，泰維克[®]布為杜邦公司產品，不織布基重為 100g/m²，外層具撥水性。處理植株選擇生長勢、葉片、結果數目等生育性狀相近之植株，處理前全株噴施滅大松、嘉賜銅及亞拖敏等藥劑，待藥劑乾燥後再行包覆，覆蓋範圍從最底部一片葉(即第 27 片葉)以下的果實到果房的最後一粒果實，完成包覆後再束緊所有的開口。於 2007 年 3 月 1 日，即果房包覆 96 天後，進行果實品質分析，共 5 重覆。

(二) 南投地區果房包覆泰維克[®]布(Tyvek)對‘台農二號’番木瓜果實品質之影響

試驗材料採自南投縣名間鄉高姓果園，以種植一年生之‘台農二號’(Tainung No.2)果實為材料，果實於 2006 年 12 月 27 日起，將污斑未出現之果實利用泰維克[®]布(Tyvek)進行果房包覆，但果房下半部未用緊束帶封口，尚留有通風。選相似且健壯之植株進行調查，植株為 5 重覆，另選 5 株做為對照組，並記錄袋內外溫度變化。果實採收一溝轉色(10%轉色)，每次採收果實數量不一，分別於 2007 年 2 月 13 日、3 月 7 日、4 月 2 日進行採收，即果房包覆 48、70、96 天。

二、調查項目與方法

(一) 袋內外溫度之測定

本試驗於南投地區進行，將溫度探針分別裝置於袋子內側與外側，利用 Date logger (Sato, model SK-L200TH)記錄 2007 年 1 月 1 日至 2007 年 1 月 31 日，1 個月中每天每小時袋內外溫度之變化。

(二) 調查污斑發生面積百分比

計算每處理果實中表面發生污斑面積，再以百分比表示之。

(三) 葉綠素螢光反應

將每處理果實先進行 30 分鐘以上的暗處理(dark adapted)，以攜帶式葉綠素螢光分析儀(portable chlorophyll fluorometer, MiNi-PAM, Walz, Germany)測定果實赤道部位對稱兩點。所連接的探針利用特殊光纖(special fiberoptic 2010-F)瞬間提供測定光與飽和脈衝光，並由下列公式計算而得 PS II 活性，Fo 為最小螢光釋放量，Fm 為最大螢光釋放量，Fv=Fm-Fo，Fv/Fm=(Fm-Fo)/Fm，螢光反應以 Fv/Fm 之比值表示之。

(四) 果皮顏色之測定

利用手持式色差儀(MiniScan[®]XE Plus, Model 4500S) 於果實赤道部份，取對稱兩點，測其果實之顏色，其得值有 L、a*、b*值與 C、H 值，分別以 $C=(a^2+b^2)^{1/2}$ ， $H=\tan^{-1}b/a$ 計算之。

(五) 乳汁體積之測定

乳汁體積測定方法參考 Eloisa 等(1994)，以注射針頭(22 號)穿刺果實赤道面表皮深 4mm 後，立即接上最大刻度 20 μ l 之毛細管(microcapillary pipets)，紀錄乳汁上升之高度，並換算為體積。體積(μ l)=乳汁上升 cm 數 $\times$ 毛細管半徑² $\times\pi$ 。

(六) 水分潛勢測定

取 3 面果皮三個直徑 11mm 圓片放入樣品杯，以露點水分潛勢測定儀(Dewpoint PotentiaMeter, WP4, Decagon Devices)測定其樣品，將測得之值以 MPa 單位表示。

(七) 全可溶性固形物之測定

將番木瓜果實從赤道面對切，取中間果汁，利用手持式折射計(hand refractometer, Atago, Model N1)，測定果汁中全可溶性固形物(total soluble solid, TSS)的含量。單位以 $^{\circ}$ Brix 表示。

(八) 硬度之測定

將番木瓜果實從赤道面對切，以手持式硬度計(Penetrometer F327)測定果實赤道兩端穿刺內部果肉時，單位面積內所需最大力量，硬度計單位為公斤(kg)，再將讀值乘以 9.8 換算成牛頓(N)表示之。

(九) 無機元素分析

將試驗之果實品質測定完後，取果實下半部果皮與果肉切丁後以液態氮固定之，進行冷凍乾燥 4 天，取出後果皮用研磨機磨成粉末狀，果肉則用研砵磨碎，並保存於凍箱。分析時迅速稱取已冷凍乾燥之果皮與果肉 0.5g 粉末置於坩鍋中，放入灰化爐(muffle furnace)內，先以 200 $^{\circ}$ C 加熱 2 小時，再持續以 400 $^{\circ}$ C 加熱 1 小時，最後以 550 $^{\circ}$ C 加熱 2 小時，使樣品完全灰化。待樣品冷卻後從灰化爐取出，加入 5ml 2N HCl (Merck)使樣品完全溶解後，以無灰分(ashless)濾紙(Whatman#42)過濾，過濾時以去離子水將坩鍋中殘留之灰分洗入，再將濾液定量至 25ml 後，裝入 50ml 塑膠瓶中保存待測定。

在元素分析部分，磷元素測定方法採用鉬黃法(vanadate-molybdate yellow method)，取濾液 1ml 加 3ml 去離子水再加 1ml 鉬黃試劑，稀釋 5 倍，混合均勻後靜置 10 分鐘，以分光光度計(Spectrophotometer, Hitachi U-2000)測定 470nm 之吸收值。鉀、鎂元素測定方法各取濾液 0.1ml 加 3.9ml 之去離子水，稀釋 40 倍，測鈣取濾液 0.1ml 加 3.9ml 之去離子水及 1ml (w/v) 5% 氧化釷(lanthanum oxide)，稀釋 50 倍，振盪均勻後，用原子吸收儀測定(Varian 20A Techtron atomic absorption spectrophotometer)測定之。

氮之分析採用 Micro-Kjeldahl 法，精稱 0.2g 果皮與果肉粉末包於濾紙(Whatman#1)中，置於分解管中加入 1g 凱氏氮催化劑(Merck 8030)，加入 4.5ml 濃硫酸(聯工)之後，立刻置

於 410°C 分解爐加熱 2 小時半，果肉多加熱半小時，加熱期間將分解管轉兩次，以免殘留於管壁上，待分解之樣品呈淡綠色時取出冷卻後並加入 15ml 去離子水，再將樣品倒入 Micro-Kjeldahl 裝置容器中，加 20ml 的 12N NaOH。另外裝有 2% 硼酸(boric acid)(pH 5.0) 20ml 指示劑(19 μ M Bromocresol Green 及 25 μ M Methyl Red)之燒杯，收集經蒸餾之氨水至杯內達 50ml 取出，再以 1/14N H₂SO₄ 標準酸滴定，計算含氮之百分比。

(十) 總酚類化合物含量測定

取番木瓜果實外側果皮、果肉 1g (FW) 左右置於冰浴下加入 5ml 之 0.1M 之磷酸緩衝溶液(0.1M Phosphate buffer, pH7.0)，以研鉢進行研磨後，置於 12ml 離心管中，以 20000xg、4°C 下離心 20 分鐘，以 Miracloth (Merck) 過濾，取其上層澄清液備用。分析方法採用 Keith 等(1958)之方法，取上層澄清液 0.1ml 稀釋至 1ml，加入 0.1ml 之 Folin-Ciocalteu phenol reagent (Merck) 及 0.2ml 之 20% Na₂CO₃ 與 8.7ml 去離子水，振盪均勻後，利用沸水煮 3 分鐘後取出冷卻，再以分光光度計(Spectrophotometer, Hitachi U-2000)測定波長 660nm 下之吸收值。標準曲線以 100ppm caffeic acid 配製。單位以 μ g/g-FW 表示。

(十一) 苯丙胺酸脫氨裂解酶活性之測定

修改至 Cheng 及 Breen(1991)之分析方法，稱取 2g 鮮重之果皮、果肉置於研鉢，加入 5ml 0.1N 之硼酸緩衝液(pH8.8，含 2mM EDTA 與 5mM 2-mercaptoethanol)及少許海砂於冰浴下均勻磨碎，磨碎後倒入離心管中，置於 4°C 恆溫箱、轉速 100rpm 振盪 1hr 後，將樣品於 4°C、高速低溫離心 20000xg 20 分鐘，之後利用 Miracloth(Merck) 過濾後，取上清液備用。上清液於測定前先置 40°C 下活化 15 分鐘(此步驗結果無差異，所以可以不做)後加 L-苯丙胺酸(L-Phenylalanine)迅速混合振盪置於 40°C 下反應 1 小時，立即加 0.1ml 6NHCl 停止反應。再以分光光度計(Spectrophotometer, Hitachi U-2000)測定波長 290nm 吸收值之變化，以 0-10ppm cinnamic acid 製作標準曲線，再換算為 μ g t-cinnamic acid/hr·g-FW。

結 果

一、果房包覆泰維克®布(Tyvek)對‘台農二號’番木瓜果實袋內外溫度之變化

南投地區 1 月份‘台農二號’番木瓜果實每天溫度呈不規則變化，其中最高溫可達 32.6°C，最低溫為 4.2°C，之間相差甚大，且 1 月份溫度變化，袋外最高溫高於袋內最高溫 0-4°C，而袋外最低溫低於袋內最低溫 0.8-4.2°C(圖 1)。另外在 1 月份最低溫當日溫度之變化，零晨至上午 7 時以袋內溫度高於袋外溫度 1-3°C，從上午 7 時溫度會逐漸上升，至 13 時袋外溫度達到最高，為 23.1°C，此時袋內為 17.6°C，在此期間以袋外溫度較高，至下午 4 時轉成袋內溫度明顯高於袋外溫度 1-4.1°C(圖 2)。而 1 月份最高溫當日袋內外溫度之變化與最低溫日雷同，於 0:00-7:00、15:00-23:00 袋內溫度皆明顯高於袋外溫度，分別高出 0.8-2.5°C、0-3.2°C(圖 3)。

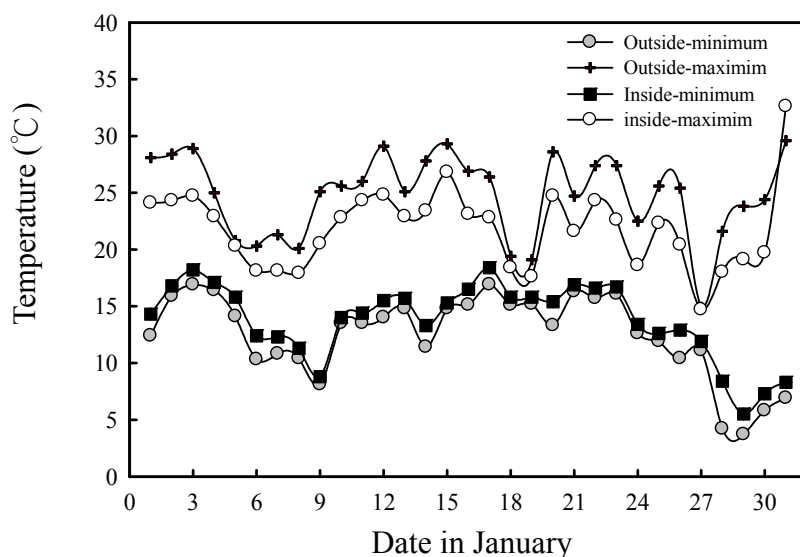


圖 1. 南投地區 1 月份‘台農二號’番木瓜果實果房包覆泰維克布後袋內外最高溫與最低溫每日溫度之變化。

Fig. 1. Fluctuation of the outside and inside maximum and minimum temperature of the Tyvek wrapped ‘Tainung No.2’ papaya fruits on January in Nantou.

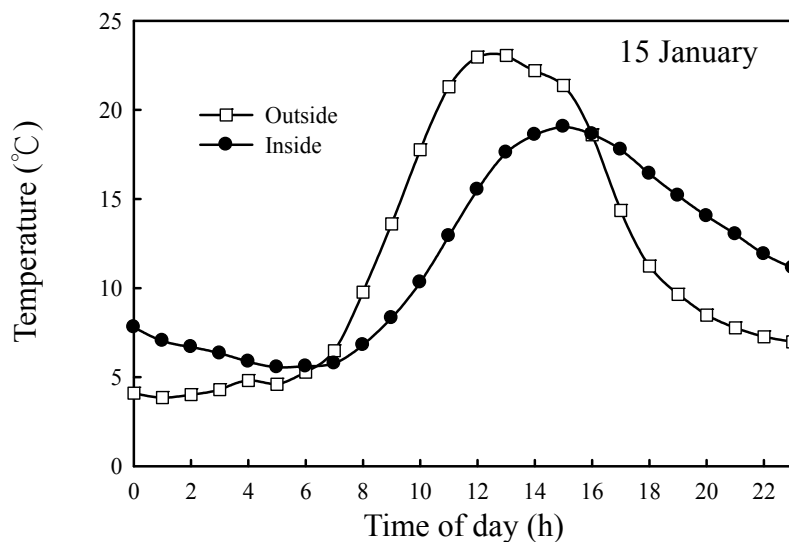


圖 2. 南投地區 1 月份‘台農二號’番木瓜果實果房包覆泰維克布後平均最低溫之袋內外溫度日變化。

Fig. 2. Fluctuation of the daily minimum temperature at inside and outside of Tyvek wrapped ‘Tainung No.2’ papaya fruits on January in Nantou.

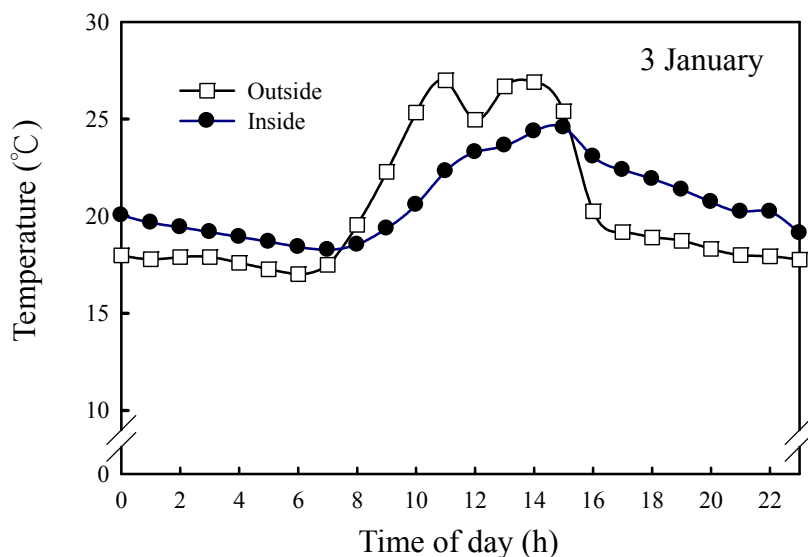


圖 3. 南投地區 1 月份‘台農二號’番木瓜果實果房包覆泰維克布後平均最高溫之袋內外溫度日變化。

Fig. 3. Fluctuation of the daily maximum temperature at inside and outside of Tyvek wrapped ‘Tainung No.2’ papaya fruits on January in Nantou.

二、果房包覆不同材質對‘台農二號’番木瓜果實外觀之影響

高雄地區於果實污斑未出現前，開始進行果房包覆不織布或泰維克[®]布處理，於套袋後 96 天採收，結果顯示以泰維克[®]布處理污斑發生面積較少，為 62%，對照組與不織布處理在採收時表皮污斑發生面積高達 92% (圖 4)。在南投地區試驗結果，套泰維克[®]布處理與對照組果實表面幾乎佈滿了嚴重污斑，似乎無明顯降低污斑產生，尤其在果實外側污斑情形較內側嚴重(圖 5)，果皮污斑發生面積在套袋的第 48、70 天，與對照組之間均無差異，發生面積高達 89-93.4%，但在套袋第 96 天，套泰維克[®]布處理果皮污斑發生面積為 82.9% 略低於未套袋處理(圖 6)。

在果皮顏色部分，高雄地區以泰維克[®]布處理其 L 值、b*、C 值明顯較對照組及不織布高(表 1、表 2)，泰維克[®]布處理明顯可以提早轉色(圖 7)，但不織布處理與對照組之間無顯著差異(表 1)。而南投地區隨著果房包覆時間增加，在套袋第 96 天，除了 a*值與對照組無顯著差異外，其餘在顏色表現上，L 值(亮度)、b*值、C 值皆較對照組高，顯示果實轉色較未套袋處理快，其中葉綠素螢光 Fv/Fm 值以泰維克[®]布處理最低，顯示果皮葉綠素含量較低(表 2)。

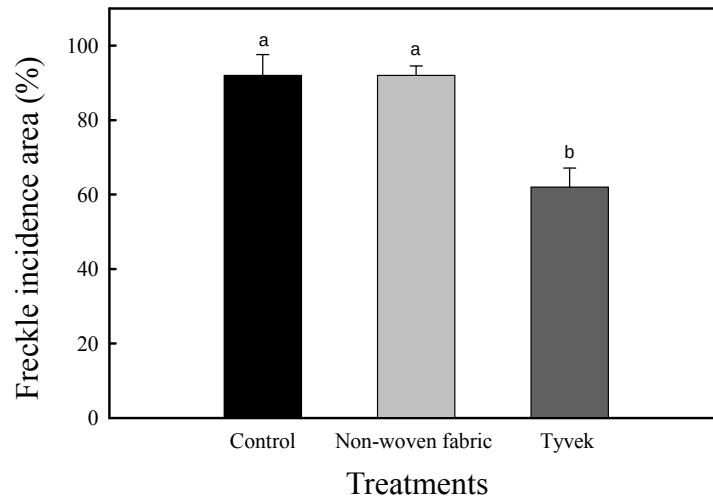


圖 4. 高雄地區果房包覆不同材質對‘台農二號’番木瓜污斑發生面積之影響。

Fig. 4. Effect of cluster wrapping with different material on skin freckle incidence area of ‘Tainung No.2’ papaya fruits in Kaohsiung. Bars with a graph topped by the same letters are not significantly different at $P=0.05$ by Duncan’s multiple range test. Vertical bars represent $\pm SE$.

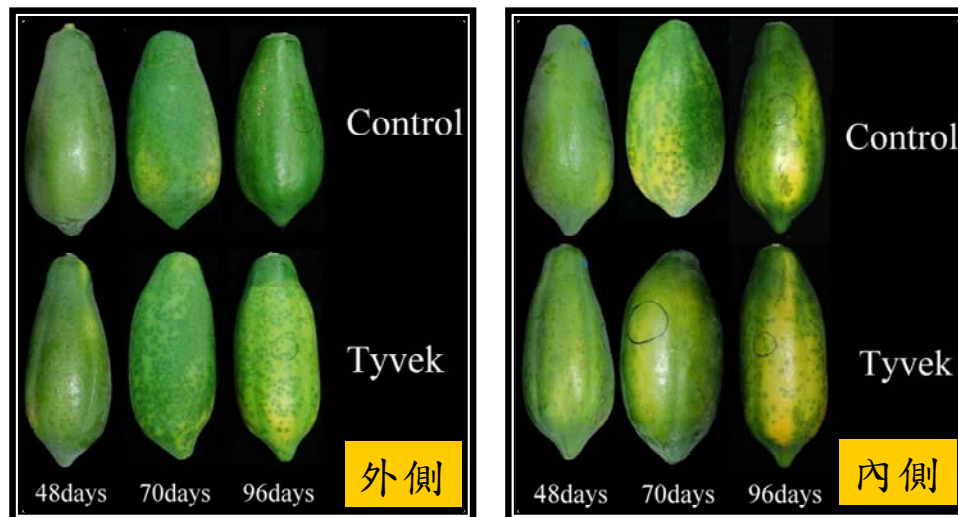


圖 5. 南投地區果房包覆泰維克布 48、70、96 天對‘台農二號’番木瓜果實內外側污斑之變化。

Fig. 5. Changes in skin freckle of abaxial and adaxial side of ‘Tainung No.2’ papaya fruits after cluster wrapping with Tyvek material in Nantou.

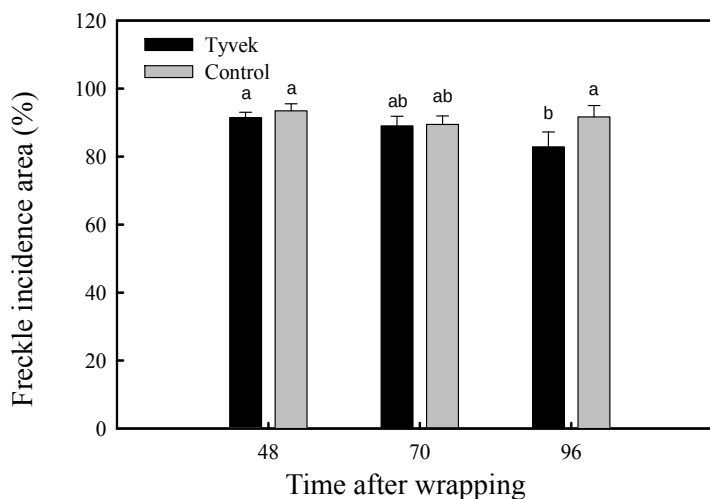


圖 6. 南投地區果房包覆泰維克布對‘台農二號’番木瓜污斑發生面積之變化。

Fig. 6. Changes in skin freckle incidence area of ‘Tainung No.2’ papaya fruits after cluster wrapping with tyvek material in Nantou. Bars with a graph topped by the same letters are not significantly different at $P=0.05$ by Duncan’s multiple range test. Vertical bars represent $\pm$ SE.

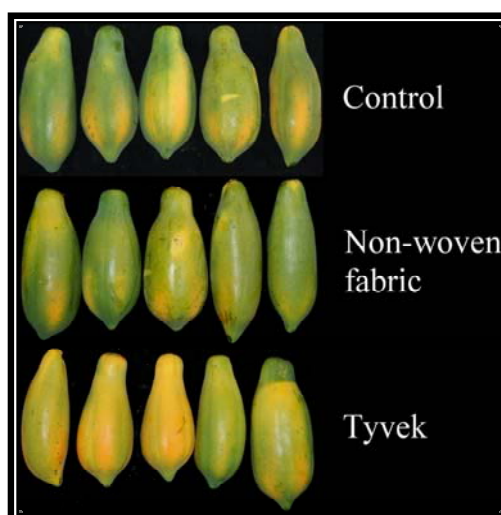


圖 7. 高雄地區果房包覆不織布或泰維克布對‘台農二號’番木瓜污斑之變化。

Fig. 7. Effect of cluster wrapping with Nov-wovwn fabric or Tyvek material on skin freckle of ‘Tainung No.2’ papaya fruits in Kaohsiung.

表 1. 高雄地區果房包覆不同材質對‘台農二號’番木瓜果皮顏色之影響

Table 1. Effect of cluster wrapping with different material on peel color of ‘Tainung No.2’ papaya fruits in Kaohsiung.

Treatments ^y	Fv/Fm	Peel color ^z				
		L	a*	b*	C	H
Control	0.76 a ^x	45.6 b	-2.5 a	30.7 b	31.3 b	97.1 a
Non-woven fabric	0.77 a	45.8 b	-1.9 a	32.6 b	33.2 b	94.9 a
Tyvek	0.71 b	55.2 a	2.3 a	44.4 a	44.8 a	87.8 a

^z L=lightness; C=chroma, $(a^2+b^2)^{1/2}$; H=hue angle= $\tan^{-1}(b/a)$.

^y The fruit were determined at the 96th days after wrapping.

^x Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level.

表 2. 南投地區果房包覆泰維克布對‘台農二號’番木瓜果實螢光、果皮顏色之影響

Table 2. Effect of cluster wrapping with Tyvek material on Fv/Fm value and peel color of ‘Tainung No.2’ papaya fruits in Nantou.

Time after wrapping Treatments		Fv/Fm	Peel color ^z				
			L	a*	b*	C	H
48 days	Tyvek	0.75 ^y	40.2	-7.29	22.7	24.1	106.6
	Control	0.77	38.5	-8.00	20.9	22.5	111.4
	significance	ns ^x	ns	ns	ns	ns	ns
70 days	Tyvek	0.72	44.9	-7.06	32.7	33.8	103.8
	Control	0.79	39.7	-8.45	25.9	27.4	109.3
	significance	***	ns	ns	**	***	**
96 days	Tyvek	0.76	45.6	-9.48	36.2	37.5	105.2
	Control	0.80	38.6	-9.59	27.1	28.8	110.0
	significance	*	**	ns	**	**	**

^z L=lightness; C=chroma, $(a^2+b^2)^{1/2}$; H=hue angle= $\tan^{-1}(b/a)$.

^y Mean separation within column by LSD test at 5% level.

^x Ns, *, **, *** effect non-significant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01 or 0.001, respectively.

三、果房包覆不同材質對‘台農二號’番木瓜果實內部品質之影響

高雄地區於套袋後第 96 天結果顯示，不同套袋材質與對照組之間全可溶性固形物、乳汁體積均無差異，其中果實全可溶性固形物介於 9.16-9.48°Brix，由於採收之果實已成熟故乳汁體積並不高，介於 0.49-0.68μl，但果重方面，泰維克®布處理果重為 604g，明顯低於未套袋處理，而果實硬度方面，以泰維克®布處理最低為 14.89N，套不織布與對照組之間並無差異，於對照組水分潛勢為-1.74MPa，明顯低於套不織布或泰維克®布處理(表 3)。而南投地區，無論是果房包覆 48、70、96 天，全可溶性固形物、硬度、水分潛勢、乳汁體積與對照組之間均無明顯差異，但果實重量方面，在套袋 48、70 天，套袋處理與對照組之間並無差異，值介於 730-835g，但套袋第 96 天，套泰維克®布處理果重為 937g，明顯小於未套袋處理(表 4)。

在無機元素部分，在高雄地區僅未套袋處理(對照組)其果肉鐵濃度明顯高於套袋處理，為 14.5ppm，其餘處理中果皮與果肉大量及微量元素均無顯著差異(表 5、表 6)。而南投地區，果實於套袋後 48、70 天，果皮中礦物元素均無顯著差異，但第 96 天時，套泰維克®布處理其果皮所含氮、磷、鉀濃度明顯較對照組低，但鐵濃度則是泰維克®布處理較高，為 58.22ppm(表 7)。而果肉變化趨勢較果皮明顯，果實套袋後 48 天，未套袋之果實其果肉鉀、鈣、鎂濃度高於套泰維克®布處理，在第 70 天套袋處理其果肉氮、鉀、鎂、鐵濃度皆較對照組低，但在 96 天時反而影響並不大，僅鉀、錳濃度較低(表 8)。

表 3. 高雄地區果房包覆不同材質對‘台農二號’番木瓜果實全可溶性固形物、硬度、水分潛勢及乳汁量之影響

Table 3. Effect of cluster wrapping with different material on total soluble solid, firmness, water potential and latex volume of ‘Tainung No.2’ papaya fruits in Kaohsiung.

Treatments ^y	Weight (g)	TSS ^z (°Brix)	Firmness (N)	Water potential (MPa)	Latex volume (μl)
Control	757 a ^x	9.48 a	21.95 a	-1.74 b	0.63 a
Non-woven fabric	701 ab	9.44 a	21.36 a	-1.54 a	0.68 a
Tyvek	604 b	9.16 a	14.89 b	-1.49 a	0.49 a

^z TSS= Total soluble solid.

^y The fruit were determined at the 96th days after wrapping.

^x Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level.

表 4. 南投地區果房包覆泰維克布對‘台農二號’番木瓜果實重量、全可溶性固形物、硬度、水分潛勢及乳汁體積之影響

Table 4. Effect of cluster wrapping with Tyvek material on weight, total soluble solid, firmness, water potential and latex volume of ‘Tainung No.2’ papaya fruits in Nantou.

Time after wrapping	Treatments	Weight (g)	TSS ^z (°Brix)	Firmness (N)	Water potential (MPa)	Latex volume (μl)
48 days	Tyvek	736 ^y	8.80	107.8	-1.50	1.86
	Control	835	8.51	114.2	-1.43	2.32
	significance	ns ^x	ns	ns	ns	**
70 days	Tyvek	802	9.72	80.9	-1.76	2.15
	Control	737	9.55	96.0	-1.50	2.39
	significance	ns	ns	ns	**	ns
96 days	Tyvek	937	9.34	92.8	-1.79	2.02
	Control	1147	9.22	111.0	-1.55	2.12
	significance	*	ns	ns	ns	ns

^z TSS= Total soluble solid.

^y Mean separation within column by LSD test at 5% level.

^x Ns, *, ** effect non-significant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01 , respectively.

四、果房包覆不同材質對‘台農二號’番木瓜果實總酚類化合物與苯丙胺酸脫氫裂解酶活性之影響

果皮中總酚類化合物含量明顯高於果肉 2-3 倍，其中在高雄地區中套泰維克[®]布處理，值為 865 μg/g*FW 明顯低於對照組與不織布處理(圖 8)，在南投地區也得到相似結果，進行果房包覆第 70、96 天，其果皮總酚類化合物含量皆較對照組低，值分別為 901、804μg/g*FW(表 9)。而果肉中總酚類化合物含量則套袋處理與對照組之間均無顯著差異，值介於 362-425μg/g*FW 之間(圖 8、表 9)。

苯丙胺酸脫氫裂解酶之變化趨勢與總酚類化合物雷同，無論是在高雄或南投地區，果皮苯丙胺酸脫氫裂解酶活性皆以套泰維克[®]布處理最低(圖 9、表 9)，而套不織布處理活性為 292μg t-cinnamic acid/ g·hr·FW，與對照組相比並無差異(圖 9)，而果肉活性則不受套袋與否及套袋天數所影響(圖 9、表 9)。

表 5. 高雄地區果房包覆不同材質對‘台農二號’番木瓜果皮無機元素濃度之影響

Table 5. Effect of cluster wrapping with different material on the mineral concentration of peel of ‘Tainung No.2’ papaya fruits in Kaohsiung.

Treatments ^z	Macro element (%)					Micro element (ppm)			
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
Control	3.36 a ^y	0.71 a	3.84 a	0.52 a	0.21 a	38.6 a	21.4 a	29.6 a	9.29 a
Non-woven fabric	3.41 a	0.74 a	4.04 a	0.61 a	0.22 a	38.0 a	21.7 a	26.0 a	17.88 a
Tyvek	3.18 a	0.67 a	3.68 a	0.47 a	0.21 a	42.5 a	20.5 a	27.3 a	5.99 a

^z The fruit were determined at the 96th days after wrapping.

^y Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level.

表 6. 高雄地區果房包覆不同材質對‘台農二號’番木瓜果肉無機元素之影響

Table 6. Effect of cluster wrapping with different material on the mineral concentration of pulp of ‘Tainung No.2’ papaya fruits in Kaohsiung.

Treatments ^z	Macro element (%)					Micro element (ppm)			
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
Control	0.70 a ^y	0.06 a	0.87 a	0.20 a	0.14 a	14.5 b	2.89 a	6.59 a	1.70 a
Non-woven fabric	0.73 a	0.07 a	0.84 a	0.24 a	0.15 a	18.7 a	3.49 a	8.58 a	1.80 a
Tyvek	0.73 a	0.07 a	0.89 a	0.23 a	0.15 a	18.3 a	3.19 a	8.68 a	1.60 a

^z The fruit were determined at the 96th days after wrapping.

^y Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level.

表 7. 南投地區果房包覆泰維克布對‘台農二號’番木瓜果皮無機元素濃度之影響

Table 7. Effect of cluster wrapping with Tyvek material on the mineral concentration of peel of ‘Tainung No.2’ papaya fruits in Nantou.

Time after wrapping	Treatments	Macro element concentration (%)					Micro element concentration (ppm)			
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
48 days	Tyvek	3.61 ^z	0.84	5.31	1.13	0.27	54.13	21.72	29.24	4.14
	Control	3.74	0.86	5.13	1.19	0.27	56.91	21.70	25.64	3.69
	significance	ns ^y	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
70 days	Tyvek	3.63	0.80	5.06	1.05	0.27	45.21	20.19	21.73	3.14
	Control	3.59	0.81	5.02	1.03	0.28	43.59	20.74	21.78	2.99
	significance	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
96 days	Tyvek	3.43	0.64	3.62	0.66	0.26	58.22	22.87	23.72	2.30
	Control	3.93	0.78	4.09	0.85	0.29	48.35	28.50	27.67	2.07
	significance	*	*	**	ns	ns	**	ns	ns	ns

^z Mean separation within column by LSD test at 5% level.

^y NS, *, ** effect non-significant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01, respectively.

表 8. 南投地區果房包覆泰維克布對‘台農二號’番木瓜果肉無機元素濃度之影響

Table 8. Effect of cluster wrapping with Tyvek material on the mineral concentration of pulp of ‘Tainung No.2’ papaya fruits in Nantou.

Time after wrapping	Treatments	Macro element concentration (%)					Micro element concentration (ppm)			
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
48 days	Tyvek	0.62 ^z	0.05	1.27	0.31	0.17	17.28	2.28	4.86	1.33
	Control	0.63	0.05	1.41	0.38	0.19	16.88	1.59	5.06	1.43
	significance	ns ^y	ns	**	**	**	ns	**	ns	ns
70 days	Tyvek	0.61	0.04	2.25	0.35	0.16	16.03	0.16	3.23	1.35
	Control	0.66	0.04	2.42	0.37	0.18	17.83	0.01	2.03	1.26
	significance	**	ns	**	ns	**	*	ns	ns	ns
96 days	Tyvek	0.76	0.06	1.36	0.39	0.2	19.67	1.05	7.19	0.45
	Control	0.75	0.06	1.51	0.47	0.19	20.61	1.57	6.63	0.35
	significance	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	ns

^z Mean separation within column by LSD test at 5% level.

^y NS, *, ** effect non-significant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01 , respectively

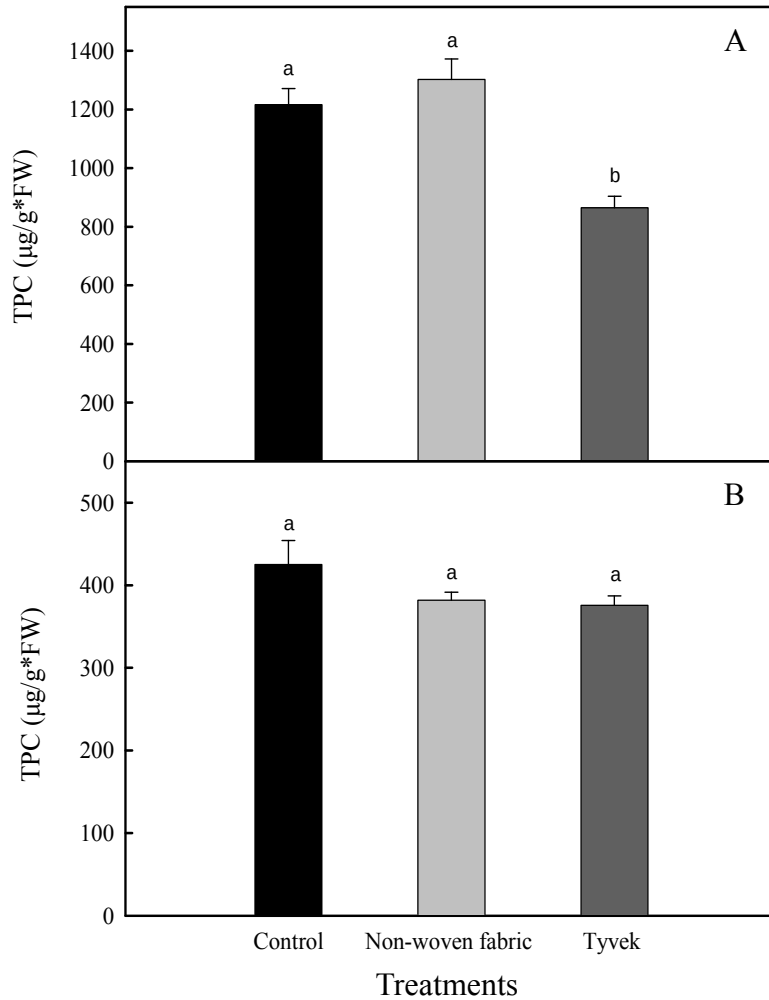


圖 8. 高雄地區果房包覆不同材質對‘台農二號’番木瓜果皮(A)與果肉(B)總酚類化合物之影響。

Fig. 8. Effect of cluster wrapping with different material on total phenolic compound (TPC) of peel (A) and pulp (B) of ‘Tainung No.2’ papaya fruits in Kaohsiung. Bars with a graph topped by the same letters are not significantly different at $P=0.05$ by Duncan’s multiple range test. Vertical bars represent $\pm$ SE.

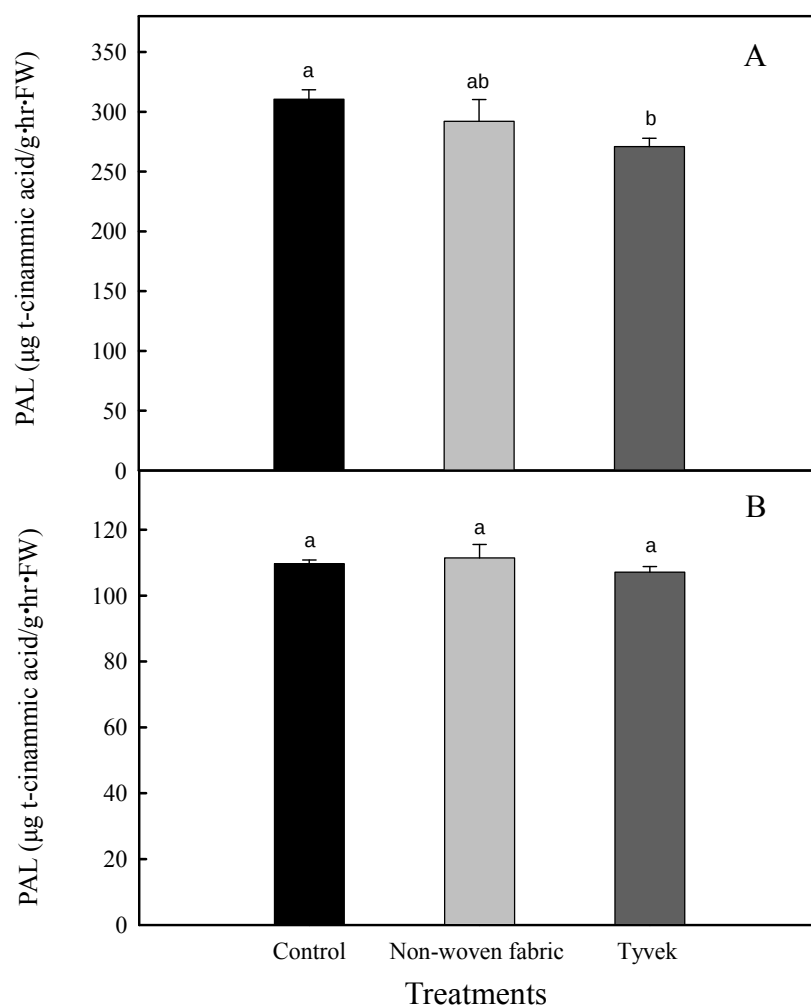


圖 9. 高雄地區果房包覆不同材質對‘台農二號’番木瓜果皮(A)與果肉(B)苯丙胺酸脫氨裂解酶活性之影響。

Fig. 9. Effect of in cluster wrapping with different material on phenylalanine ammonia-lyase (PAL) active of peel (A) and pulp (B) of ‘Tainung No.2’ papaya fruits in Kaohsiung. Bars with a graph topped by the same letters are not significantly different at $P=0.05$ by Duncan’s multiple range test. Vertical bars represent $\pm$ SE.

表 9. 南投地區果房包覆泰維克布對‘台農二號’番木瓜果皮與果肉總酚類化合物、苯丙胺酸脫氨裂解酶活性之影響

Table 9. Effect of cluster wrapping with Tyvek material on total phenolic compound (TPC) and phenylalanine ammonia-lyase (PAL) of peel and pulp of ‘Tainung No.2’ papaya fruits in Nantou.

Time after wrapping	Treatments	TPC ^z		PAL ^y	
		(μg/g*FW)		(μg-cinammic acid/g·hr·FW)	
		Peel	Pulp	Peel	Pulp
48 days	Tyvek	1086 ^w	362	348	84.5
	Control	1064	414	311	85.2
	Significance	ns ^v	ns	*	ns
70 days	Tyvek	901	374	442	- ^x
	Control	1002	334	419	-
	Significance	*	ns	ns	-
96 days	Tyvek	814	375	277	114.6
	Control	1072	417	323	116.2
	significance	***	ns	**	ns

^z TPC= Total phenolic compound

^y PAL= Phenylalanine ammonia-lyase

^x No data.

^w Mean separation within column by LSD test at 5% level.

^v ns,*,**,*** effect non-significant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01 or 0.001, respectively.

討 論

番木瓜污斑主要發生於低溫季節，Eloisa 等學者(1994)推論可能在低溫時誘導果實膨壓增加而使乳汁管破裂，進而誘導污斑產生，尤其以採收前 2 個月時環境最高溫與最低溫最具相關性，因此本試驗希望能利用套袋方式來降低溫度之波動，亦希望藉此改善果實外觀。番木瓜一般採網室栽培，所以平日亦較不易受果實蠅所侵入，因此鮮少看見番木瓜果實進行套袋，早期學者曾推薦番木瓜在受強風豪雨侵襲後以報紙覆蓋果實可避免日燒之發生(王，1995)，亦曾推廣農民在輪點毒素病(ringspot virus)危害嚴重時，利用套袋方式來降

低發病率，但施行結果在嚴重病區效果不佳，故不易被農民採納(王，1991)，之所以套袋不易被農民採用的主要原因在於番木瓜屬於連續結果之作物，果實需長期採收，一般從開花到採收大約需要 4-5 月(Sankat and Maharaj, 1997)，若以紙袋逐粒套袋方式，除耗費人工外，恐怕無法耐久用也無法重複利用，導致農民不易接納，需研發一種能耐久用且成本低之資材，才能使農民接受度提高。

目前不織布是僅次於紙袋，常用於果實套袋之資材，由於它具備良好的透氣性外，亦具有保溫、防蟲、撥水性等優點(郭，2001)，在葡萄、高接梨(張與張，2005)、楊桃果實(熊，1997)皆有相當好之效果。本試驗除了利用不織布材質進行套袋外，亦以泰維克[®]布做為另一試驗材料，而泰維克(Tyvek)材質是以高密度聚乙烯(polyethylene; PE)為原料製成，具防水、防黴、耐摺性強等優點(邱，1990)，且材質屬低熱傳導性，產品本身不因陽光照射而吸熱，且可回收再利用，目前台灣多用於花椰菜花球遮光保護用(郭，2001)，另外郭等(1999)曾以泰維克袋進行苦瓜套袋處理其效果不錯，但目前為止此材質仍鮮少運用於果實套袋。

本試驗分別於高雄、南投地區調查，探討果房包覆泰維克[®]布或不織布對番木瓜果實品質與降低果皮污斑是否具有可行性。番木瓜果實套袋時間為果實生長至一定大小時進行套袋，一般植株生長至 9 個月大時最適宜(王，2007)，主要是由於植株剛種植 4-5 月，每個葉片都很重要，若此時進行全果房套袋，會影響葉片行光合作用，而太晚施行的話，植株結果之節位已相當高，亦不利作業。由於污斑發生主要在冬、春季，因此本試驗主要在 11-12 月份進行套袋，初步在高雄地區試驗結果，果實以泰維克[®]布效果較不織布材質佳，故在南投地區試驗僅用泰維克[®]布進行果房包覆，另外考慮到若將整個果房完全包覆住，除了不利果實蒸散作用外，也不利農民採收，所以在南投地區試驗，果房下半部未用緊束帶封口，留通風之狀態。

一、果房包覆對袋內微氣候環境之變化

套袋材質亦會影響袋內微氣候環境之變化，在南投地區番木瓜果實套泰維克[®]布後，於零晨至太陽升起前，以袋內溫度高於袋外溫度(圖 2、3)，但從早上 7 點後，太陽升起時，溫度會慢慢遞增，此時亦轉成袋外溫度高於袋內 0-3.7℃，至中午達到最高溫，至下午 3-4 點時又轉成袋內溫度明顯高於袋外溫度 0-4.1℃(圖 2、3)，這亦與番石榴、文旦、桃果實之套袋處理有所不同，主要可能受到套袋材質而有不同表現，番石榴套聚乙烯袋+內襯白色舒果套之果實於中午前以袋內高於袋外溫度(楊，2004)，‘Opal’桃果實套聚乙烯(polyethylene; PE)袋後，在中午時果實表面溫度比未套袋者高出 2.2℃(Li *et al.*, 2001)，而文旦套白色紙袋，在日照最強時，於樹冠南方其袋內溫度高於袋外 5.7-9.4℃(黃，1993)，其夜間溫度均無差異，而‘Doyenne du Comice’西洋梨套聚丙烯(polypropylene)袋後，在 9:36-19:12 會使袋內溫度高於袋外約 3℃左右(Amarante *et al.*, 2002)。在試驗中觀察發現，1 月份每日溫度呈不規則變化，最高溫可達 32.6℃，最低溫為 4.2℃，之間相差甚大(圖 1)，其中在一月最低溫當日，套袋處理日夜溫差為 12.7℃，而未套袋處理溫差甚至高達 19℃(圖 2)，而在最高溫當日，套袋處理日夜溫差為 5℃，而未套袋處理溫差為 10℃(圖 3)，明顯

低於最低溫日，而污斑產生亦主要發生在溫差波動變化較為劇烈的冬季，以上結果顯示番木瓜果實經套泰維克[®]布處理明顯可以降低溫度之差距。

二、果房包覆對番木瓜果實外觀品質之影響

一般果實套袋後除了可以提升果實外觀外，亦可減少果皮擦傷以及病蟲害接觸，學者指出番木瓜果實進行果房包覆能有效降低炭疽病(anthracoise)之發生，亦可以減少農藥附著於果實上，但對於防治蒂腐病(stem end rot)、果疫病(phytophthora fruit rot)則無顯著效果(王，2007)。本試驗於高雄地區進行果房套袋 96 天，以泰維克[®]布處理明顯可降低污斑發生，於 3 月份時(污斑指數較高之月份)，在果實成熟時僅出現 65% 污斑發生面積，而果房套不織布(基重 100g/m²)處理其效果並不佳(圖 4)，但王(2007)研究顯示，果實利用果房套袋 61 天後，無論是泰維克[®]布或不織布皆可降低污斑發生，隨著套袋時間增加，效果更佳，於套袋後 105 天，污斑指數更只有不套袋處理之一半(黃和王，2006)，這期間之差異，仍需進一步探討不織布之可行性。另外在另一試驗區，南投名間鄉試驗結果顯示，果房套泰維克[®]布對降低果斑效果並不佳，在套袋第 48、70 天果實表皮上污斑發生面積仍高達 82.9-93.4%，與對照組相差甚少，在外觀上，果實表皮幾乎佈滿了嚴重污斑，雖然在套袋第 96 天，套泰維克[®]布處理果皮污斑發生面積略低於未套袋處理(圖 6)，但整體來說，污斑仍極為嚴重，顯示果斑發生與溫度波動存在極大關係。另外，值得注意的是南投地區套袋後污斑顏色與未套袋果實不同，經套袋的果實，污斑呈綠色不規則之形狀，於污斑周圍會有水浸狀邊緣，而未套袋果實，污斑則會呈現網狀圖案及木栓化之現象(圖 5)。學者於南非地區在冬季前將果實套褐色紙袋(Kaiser *et al.*, 1996)或在夏威夷進行套白色紙袋處理(Eloisa *et al.*, 1994)，亦能減少污斑之發生，但以上之方法只能降低污斑發生面積，並無法完全抑制污斑產生。

另外在果皮顏色表現上，果實經套泰維克[®]布處理其 L 值(亮度)、b*值、C 值(彩度)皆較未套袋處理高，但 a*值與色相角度則無差異，另外學者提到新興梨以不織布套袋後，其果皮顏色著色較為均勻，亮度較好且賣相較佳(張與張，2005)，但在本試驗果房包覆不織布處理在顏色表現上則與對照組無明顯差異(表 1)，而南投地區，最開始在套袋第 48 天，果皮顏色與對照組間並無差別，隨著套袋時間增加，與對照組間差距更為明顯，於套袋第 96 天顯示，套泰維克[®]布後果皮 L 值(亮度)、b*值、C 值(彩度)均較高，而色相角度、葉綠素螢光值(Fv/Fm)較低，顯示番木瓜果實經套袋後表皮更為明亮且光彩(表 2)。在果實重量方面，套袋初期不受影響，但隨著套袋時間增加，在 96 天時套泰維克[®]布處理果重明顯小於對照組約 150-200g 左右(表 3、4)，推測可能是因為果實進行包覆前有除去阻礙套袋之葉片，因此可能會降低碳水化合物吸收，且套袋後果實提早成熟，所以果重部分明顯較輕，而套不織布處理則和對照組無差異，本試驗結果與前人研究不同，王(2007)利用泰維克[®]布進行果房包覆 61 天後，其果重與對照組無顯著差異，而郭等(1999)提到‘月華’苦瓜套泰維克[®]袋後明顯可以增加果重，亦可增加批發價格，與本試驗結果有所出入。

三、果房包覆對番木瓜果實內部品質之影響

‘台農二號’番木瓜果實進行果房包覆，結果顯示無論是高雄地區或南投地區，果實套袋後第 48、70、96 天，不同套袋材質與對照組之間全可溶性固形物、乳汁體積均無差異，其中果實全可溶性固形物介於 8.5-9.7°Brix(表 3、4)，與文旦(黃, 1993)、葡萄(張與張, 2005)、紅龍果果實(艾, 2003)結果一致，而番石榴套袋後其糖酸比提高(林等, 1992)，但蘋果套二層紙袋(Fallahi *et al.*, 2001)或透光的黑色紙袋，內層為半透明的綠色或紅色紙袋則會降低果實全可溶性固形物(Proctor and Lougheed, 1976)，以上試驗結果不一，不同套袋材質對於糖度之差異，可能主要與套袋時間早晚以及材質通氣性有關，反而較不受透光與否所影響。在硬度部分，高雄地區以採成熟果進行調查，結果顯示泰維克®布處理明顯低於不織布與對照組處理(表 3)，主要可能是套泰維克®布處理可提早果實成熟之原因，而南投試驗果實皆採一溝黃轉色(10%轉色)，所以在統計上看不出其差異(表 4)。

雖然套袋具有許多優點，但仍具有一些負面效果，像是蘋果套紙袋會加劇果實傷害，而此現象在採收前給於短時間曝露自然光則是可以減低傷害(Fan and Mattheis, 1998)，另外蘋果圍繞黑色布袋(Amarante *et al.*, 2002)或褐色紙袋(Witney *et al.*, 1991)皆會增加苦痘病、花萼尾端褐化之發生，芒果套塑膠袋處理會造成失重增加而縮短其櫥架壽命(Hofman *et al.*, 1997)。於本試驗中，在高雄地區於污斑出現前進行果房包覆，至第 96 天後進行採收，分析其無機元素含量，結果顯示，除了對照組果肉鐵濃度明顯高於套袋處理外，其餘果皮與果肉大量及微量元素均無顯著差異(表 5、表 6)，而在南投地區試驗結果，果實在套袋後第 48、70 天，果皮中礦物元素均無顯著差異，但第 96 天時，套泰維克®布處理者果皮所含氮、磷、鉀濃度明顯低於對照組，但鐵濃度則是泰維克®布處理較高(表 7)，進一步比較高雄地區與南投地區元素之變化，結果顯示，高雄地區經由全果房密封處理，其果皮氮、鈣含量明顯較南投地區低。蘋果套二層紙袋其果肉氮、鉀、銅濃度較對照組高(Fallahi *et al.*, 2001)，但番木瓜套袋後果實元素含量似乎無此現象發生，在試驗中，果肉變化趨勢較果皮明顯，果實套袋後 48 天，未套袋之處理其果肉鉀、鈣、鎂濃度皆高於套泰維克®布處理，在第 70 天套袋處理其果肉氮、鉀、鎂、鐵濃度皆比對照組低，但在第 96 天時反而影響並不大，僅鉀、鎂濃度較低(表 8)，結果顯示，套袋處理的果實僅在套袋初期元素含量會受到影響，隨著套袋時間增加，反而影響較不顯著，此現象與芒果套白色紙袋情形類似，芒果果實在套袋 56 天後鈣濃度會下降，隨著套袋時間增加反而並無差異(Hofman *et al.*, 1997)。推測可能是由於泰維克®布具有良好通氣性，不像‘Big Top’油桃及‘Opal’桃果實套塑膠袋而容易增加袋內相對溼度，而使果實之蒸散作用降低(Li *et al.*, 2001)，而鈣主要經由蒸散作用傳送，所以組織中蒸散速率較高，通常鈣濃度較高，若果實之蒸散作用下降，會間接地減少鈣向果實的輸入。

四、果房包覆對番木瓜果實酵素活性之變化

前人研究提到番木瓜果實污斑之情形與褐化現象相似(林, 2007)，所以在污斑發生時可能會誘導二次代謝物(secondary metabolites)之累積，而二次代謝物包括酚類、類黃酮、香豆素、木質素、生物鹼、萜類等種類繁多(Gershenzo, 2002)，此外，套袋後會降低果實

受光面積，而影響果實著色，主要影響花青素之生成。通常在光照情況下，會誘導較少苯丙胺酸脫氫裂解酶產生，但光不足時亦會導致苯丙胺酸脫氫裂解酶不活化，而限制花青素的累積(Faragher, 1983)。而本試驗主要探討套袋對總酚類化合物與苯丙胺酸脫氫裂解酶活性之影響，結果顯示套泰維克[®]布處理其果皮的總酚類化合物以及苯丙胺酸脫氫裂解酶活性皆會降低(圖8、9、表9)，但套不織布處理則和對照組間並無差異(圖8、9)，顯示套袋後酵素活性易受到抑制，而果肉中總酚類化合物、苯丙胺酸脫氫裂解酶活性似乎較不受套袋所影響，與對照組之間均無顯著差異(圖8、9、表9)。而污斑發生可能與逆境引發褐化相關生理反應有關(林，2007)，本試驗結果，套泰維克[®]布污斑指數較低，其總酚類化合物與苯丙胺酸脫氫裂解酶亦較低，似乎亦證明果皮上污斑發生與果實在逆境時引發其生理反應有極大關係。

在栽培上，目前並無法完全抑制污斑之發生，唯一解法方法僅能用套袋之方式來降低溫度之波動，進而減低果實表皮上污斑發生面積，試驗結果以泰維克[®]布效果較不織布處理佳，因此推薦農民利用泰維克[®]布進行果房包覆，成本約 60-70 元(王，2007)，加上此材質洗淨後可重覆使用，亦可省去逐粒套袋之麻煩，較易被農民所接納，對於套袋時間而言，在本試驗中，高雄地區在套袋後 96 天即可降低污斑發生，但南投地區果實套袋 3 個月後僅少量降低污斑面積，因此可能需在接近秋季時就需進行果房包覆，且需增加套袋時間，希望能利用果房包覆之方式來降低番木瓜果斑之情形，期能獲得較佳之外觀，以增加番木瓜在市場上的競爭力。

參 考 文 獻

- 王仁晃。2007。木瓜全果房套袋技術。高雄區農技報導 pp.1-15。
- 王德男。1991。台灣木瓜栽培之回顧與展望。台灣果樹之生產及研究發展研討會專刊 pp.357-371。
- 王德男。1995。番木瓜。台灣農家要覽農作篇(二)。財團法人豐年社。pp.109-116。
- 艾蕾雅。2003。熱帶果樹果實套袋及塑形對其形態及品質之影響。屏東科技大學熱帶農業暨國際合作研究所碩士論文。台灣：屏東。174 pp。
- 林玉茹。2007。‘台農二號’番木瓜果實品質、礦物營養與生理性斑點之周年性調查。國立中興大學園藝學系碩士論文。台灣：台中。99 pp。
- 林芳存、郭銀港、呂明雄。1992。套袋對番石榴果實大小及品質之影響。嘉義農專學報 29: 37-45。
- 邱俊雄。1990。泰維克合成紙物理性質之研究。林業試驗所研究報告季刊 5: 65-68。
- 張林仁、張致盛。2005。不織布資料應用於水果套袋之研究。台中區農業改良場研究彙報 89: 11-17。

- 郭孚耀。2001。不織布的特性及在農業上的用途。台中區農業專訊 34: 5-8。
- 郭純德、李堂察、蔡平里。1999。田間套袋對苦瓜品質之影響。中國園藝 45: 152-158。
- 黃明雅、王仁晃。2006。冬季全果房套袋減少番木瓜果實污斑發生。台灣園藝(摘要) 52: 521。
- 黃阿賢。1993。套袋對文旦果實生長、品質與袋內溫度的影響。中國園藝 39: 198-208。
- 楊建榮。2004。套袋處理對‘水晶’番石榴果實生育及品質之影響。國立中興大學園藝系研究所碩士論文。台灣：台中。114 pp.。
- 熊同銓。1997。套袋對於楊桃果實品質之影響。提昇果樹產業競爭力研討會專集 III p.111-115。
- Amarante, C., N. H. Banks, and S. Max. 2002. Effect of preharvest bagging on fruit quality and postharvest physiology of pears (*Pyrus communis*). N. Z. J. Crop Hort. Sci. 30: 99-107.
- Campostrini, E., H. C. Lima, J. G. de Oliveira, P. H. Monnerat, and C. S. Marinho. 2005. Ca concentration and meteorological variables: Relationships with skin freckles in papaya (*Carica papaya* L.) fruit. Bragantia. 64: 601-613.
- Chan, Y. K. and W. K. Toh. 1988. Resistance to papaya fruit freckles among three among three breeding lines and their hybrids. MARDI Res. J. 16: 103-107.
- Cheng, G. W. and P. J. Breen. 1991. Activity of phenylalanine ammonia-lyase (PAL) and concentrations of anthocyanins and phenolics in developing strawberry fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116: 865-869.
- Eloisa, M., Q. Reyes, and R. E. Paull. 1994. Skin freckles on ‘Solo’ Papaya fruit. Sci. Hortic. 58: 31-39.
- Fallahi, E., W. M. Colt, C. R. Baird, B. Fallahi, and I. Chun. 2001. Influence of nitrogen and bagging on fruit quality and mineral concentration of ‘BC-2’ Fuji’ apple. HortTechnology 11: 462-466.
- Fan, X. and J. P. Mattheis. 1998. Bagging ‘Fuji’ apples during fruit development affects color development and storage quality. HortScience 33: 1235-1238.
- Faragher, J. D. 1983. Temperature regulation of anthocyanin accumulation in apple skin. J. Exp. Bot. 34: 1291-1298.
- Gershenzo, J. 2002. Secondary metabolites and plant defense. pp.286-291. In: Plant physiology (3rd), L. Taiz. and E. Zeiger eds. Sinauer Associates, Inc.
- Hofman, P. J., L. G. Smith, D. C. Joyce, G. I. Johnson, and G. F. Meiburg. 1997. Bagging of mango (*Mangifera indica* cv. ‘Keitt’) fruit influences fruit quality and mineral composition. Postharvest Biol. Technol. 12: 83-91.
- Kaiser, C., P. Allan, B. J. White, and F. M. Dehrmann. 1996. Some morphological and physiological aspects of freckle on papaya fruit. J. S. Afr. Soc. Hort. Sci. 6: 37-40.
- Keith, R. W., D. L. Tourneau, and D. Mahlum. 1958. Quantitative paper-chromatographic

- determination of phenols. *J. Chromatogr.* 1: 534-536.
- Li, S. H., M. Genard, C. Bussi, J. G. Huguet, R. Habib, J. Besset, and R. Laurent. 2001. Fruit quality and leaf photosynthesis in response to microenvironment modification around individual fruit by covering the fruit with plastic in nectarine and peach trees. *J. Hort. Sci. Biotech.* 76: 61-69.
- Proctor, J. T. A. and E. C. Loughheed. 1976. The effects of covering apples during development. *HortScience* 11: 108-109.
- Sankat, C. K. and R. Maharaj. 1997. Papaya. p.167-189. In: *Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruit*. S. K. Mitra eds. CAB International. New York.
- Witney, G. W., M. Kushad, and J. A. Barden. 1991. Induction of bitter pit in apple. *Sci. Hortic.* 47: 173-176.

Fruit Quality and Skin Freckle as to Cluster Wrapping in 'Tainung No.2' Papaya (*Carica papaya* L.) Fruits

Tzu-I Lu ¹⁾ Huey-Ling Lin ²⁾ Ren-Huang Wang ³⁾

Key words: *Carica papaya* L., Cluster wrapping, Skin freckle, Tyvek, Nonwoven fabric material

Summary

The main cause of the skin freckle was related to the low-temperature. Wrapping fruits in bags to reduce the temperature fluctuation improved the situation. In Nantou County more skin freckles occurred than in Kaohsiung due to the differences in temperature in the two areas. Cluster wrapping of fruits with Tyvek material before the appearance of freckles, while still attached to the tree, could reduce the physiological disorder after bagging for 96 days. Tyvek material was better than Non-woven material for the purpose. Moreover, wrapping increased brightness and chroma of the peel, but reduced fruit weight at harvest. No significant differences in total soluble solids, and latex volume of fruits were found between Tyvek and non-wrapping treatments. The potassium, calcium and magnesium of pulp were less after 48 days wrapping with cluster Tyvek than non-wrapping treatment. With increasing in time of bagging, only potassium, manganese concentrations were decreased. Total phenolic compound and phenylalanine ammonia-lyase activity were less after cluster wrapping with Tyvek. In conclusion, skin freckles occurrence seems to be associated with browning of fruits and environmental stress.

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

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

3) Assistant researcher of Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station.

低海拔梨花穗品質與高接梨果實發育之關係

張祐銘¹⁾ 施昭彰²⁾ 倪正柱³⁾

關鍵字：梨、梨花穗、高接梨、果實發育

摘要：低海拔梨穗於1月下旬在不同地區進行高接，和美及大甲地區其果實生育日數較和平鄉短，採收期也較早，而果實品質也優於和平鄉。同時高接於和美地區則以早生黃金梨採收期較玉金香梨提早約2週，果實生育日數也較短。嫁接時期試驗之結果顯示，於和美地區提早高接雖可相對的提早採收日期，但愈早嫁接所需生育日數愈長。早生黃金梨於12月上旬高接者，果實採收期可提早至5月下旬；於1月下旬高接者，果實生育日數為最短，約147天。果實品質方面，12月高接者之果實品質，鮮果重大約在250~300g，糖度也都在10°Brix以上，與1月高接者差異不大均可達到商品價值。本試驗結果已初步證實，低海拔所產梨穗高接於台中彰化近海地區，可生產早熟、優質之高接梨果實。

前言

梨穗品質受到取穗母樹在花芽分化時期之氣候及果園管理良好與否之影響。目前台灣合法之接穗來源，包括日本進口及國內自行採穗兩種。國產接穗與進口接穗品質接近，無論是嫁接成活率、開花數、著果數及果實單果重，經分析結果並無顯著差異(廖，1997；陳等人，1997)。蔡(1991)不同穗源之幸水梨穗高接後，國產接穗成活率較日本接穗高，但日本穗開花早且整齊，國產接穗開花較慢而零散；在果實品質方面，以平均值而言，日產穗較國產穗果實大，每果種子數多，糖度也較高，惟差異不明顯。目前高接梨穗來源、數量及品質，因減產、氣候、病蟲害等因素而均不穩定且價格不合理，不能隨著嫁接效益而連動。有相當高比率梨穗尚需仰賴進口，且由日進口梨穗的但書是所產果實不能回銷日本，否則日方即斷貨，產穗、銷果都受制於人。

1) 國立中興大學園藝學系碩士班學生。

2) 行政院農業委員會農業試驗所作物組研究員。

3) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

進口梨穗品質常受到日本當年氣候及田間管理之影響，而導致供穗量及品質的不穩定。國內自行採穗則以高海拔梨山地區為主，臺灣高山栽培之幸水及豐水梨樹經枝條誘引、噴施多種微量元素混合營養液並配合適當的疏果及營養管理，極容易獲得品質良好的梨穗(陳等人，1997；林，1993；蔡，1991)；然而台灣地區夏季颱風頻繁又加上農民的管理不當，品質亦不穩定。高接梨能較一般高山梨提早產期，且在平地可獲得較高品質與高價之產品。農民為提高收益，常常提早進行嫁接並配合利用一些植物生長調節劑或化學物質處理，而使橫山梨提早萌芽、生長(盧，1998)。台灣高接梨生產常因早春之寒流、霜與冷雨而造成極大的損失。橫山梨在冬季休眠期樹液仍在緩慢流動，當氣溫高時其生長活力強，氣溫低時生長活力較低。花芽開放除必須打破芽體休眠外，花芽在開放前還須滿足其熱需求(heat requirement)才可以開花(Erez, 1987)。因此嫁接後至開花期間如氣溫高，則從嫁接至開花所需日數較短，如遇低溫則切口癒合較慢而至開花所需時間也較長。盧(2005)嫁接時期試驗之結果顯示，提早嫁接對產期雖有提早的效果，但越早嫁接，所需之生育日數卻越長；果實品質方面，越早嫁接則果實品質有越差的情形，新世紀梨在 11 月上、中旬嫁接其採收期在 4 月下旬到 5 月上旬，平均生育日數 170 天以上，平均單果重約 87~130 公克，不具商品價值；12 月下旬嫁接其採收期在 6 月上旬，平均生育日數 157 天左右，嫁接果實品質較佳，大果率較高，平均單果重達 320 公克。而太早嫁接果實無法肥大，小果率偏高，主要原因是高接梨果實之養分、水份供給完全依靠橫山梨供給，提早嫁接接穗之休眠已打破，但在 11、12 月間氣溫仍低，橫山梨萌芽後，活力差無法持續其養分及水分之供給，因此影響到果實的發育(盧，2005)。

目前台灣高接梨品種結構不夠多元，主要成熟期為 6 月底至 7 月下旬相當集中，褐色、粗皮品種比率過高，即使套袋也不一定賣到好價錢。台灣在 5 月~6 月中出產的早熟梨也均為褐皮品種，因此在品種結構的調整上，應根據市場的需要，選擇或引進兩個具有特色的優良綠色系早熟品種作為主力，所以本試驗選擇兩種具有特色的優良綠色系早熟品種「早生黃金」(*Pyrus Pyrifolia* Nakai cv. Early-Gold)及「玉金香」(*P. Pyrifolia* Nakai cv. Julip)作為試驗材料，並利用低海拔地區生產的梨穗進行高接；為降低高接梨早果生產之環境風險、減少用藥，本試驗地點選擇在中北部沿海冬季東北季風較強地區，如台中縣、彰化縣等，並試以探討低海拔梨穗品質與高接果實發育之關係，以生產穩定性高、早熟及質優之梨果。台灣高接梨只要好好掌握這 2~3 個月的品質，台灣可以利用產期及品質上的優勢，積極拓展外銷。

材 料 及 方 法

一、試驗材料

A. 玉金香梨穗：於桃園縣拉拉山(海拔約 1000M)所採，於 2006 年 12 月 12 日以塑膠

袋包裝箱後，於攝氏 $7\pm 1^{\circ}\text{C}$ 之冷藏庫下冷藏。B.早生黃金梨穗：於苗栗縣卓蘭鎮(海拔約 300M)所採，於 2006 年 11 月 16 日以塑膠袋包裝箱後，於攝氏 $7\pm 1^{\circ}\text{C}$ 之冷藏庫下冷藏。

二、試驗方法

(一) 低海拔梨穗於不同地區高接梨果實產期與品質之比較

2006~2007 年嫁接地區：

A.台中縣和平鄉北坑村(海拔約 500 M)，嫁接日期為 2007 年 1 月 22 日，高接於 10 年生之橫山梨樹；B.彰化縣和美鎮(海拔 20 M)，嫁接日期為 2007 年 1 月 26 日，高接在 4-5 年生之橫山梨之徒長枝上；C.台中縣大甲鎮(海拔 20 M)，嫁接日期 2007 年 2 月 6 日高接在 15 年生之蜜雪梨之徒長枝上。果實達到採收適期後，逢機採取 20 顆果實測量其品質。

(二) 彰化地區高接梨嫁接適期之研究

2006~2007 年

玉金香梨：12 月 21 日、1 月 11 日、1 月 28 日。

早生黃金梨：12 月 1 日、12 月 21 日、1 月 11 日、1 月 26 日、2 月 1 日。

分別高接在 3-4 年生之橫山梨之徒長枝上，每株梨樹隨機標定 20 枝的梨穗，果實達到採收適期後，每時期逢機採取 20 顆果實測量其品質。

三、調查項目

(1)果實鮮重：以電子天平測量之。

(2)果實橫徑及縱徑：以游標尺測量之。

(3).種子數：將果實內種子取出計算。

(4)可溶性固形物：取梨中段果肉，使用手持式曲折計(hand refractometer, ATAGO)測量，以 $^{\circ}\text{Brix}$ 表示之。

(5)可滴定酸測定：取 1 ml 梨果汁，加入蒸餾水 9 ml 及 10 μl 0.1% 酚酞(w/v ethanol)作為指示劑，以 0.1N NaOH 滴定至呈現粉紅色，記錄滴定量，以蘋果酸為標準換算之，以 % 表示。

註：果實採收期以種子顏色變黑或果肉內可溶性固形物含量在 10°Brix 以上時為採收適期。

結 果

一、低海拔梨穗於不同地區高接梨果實產期與品質之比較

不同地區高接梨產期之比較如表 1。玉金香梨穗於 1 月下旬~2 月上旬分別高接於彰化縣和美地區、台中縣大甲地區及台中縣和平鄉等三地，以和美地區產期最早，其次依序為大甲地區及和平鄉，和美地區嫁接者採收期為 7 月 6 日，果實所需之生育日數為 159 日；大甲地區嫁接者採收期為 7 月 9 日，果實所需之生育日數為 153 日；和平鄉嫁接者採收期為 7 月 17 日，果實所需之生育日數為 176 日。早生黃金以 1 月 26 日嫁接於和美地區較和

平鄉早。和美地區嫁接者採收期為 6 月 22 日，果實所需之生育日數為 147 日；和平鄉嫁接者採收期為 7 月 3 日，果實所需之生育日數為 162 日。比較彰化縣和美鎮玉金香梨與早生黃金梨產期，早生黃金梨產期明顯早於玉金香梨，採收日期分別為 6 月 22 日及 7 月 6 日；嫁接至採收日數以早生黃金最短，只需要 147 天，玉金香梨則需 159 天。

不同地區高接梨果實品質之比較如表 2、3。玉金香梨品質在各處理間均有顯著的差異(表 2)，大甲地區果重、果長、果寬、果形指數、酸度優於和美地區及和平鄉，各處理間果重平均值依序為 421.57 ± 19.73 g、 312.08 ± 6.31 g、 326.08 ± 8.92 g，果長平均值依序為 91.69 ± 2.14 mm、 77.15 ± 0.79 mm、 76.02 ± 0.96 mm，果寬平均值依序為 88.12 ± 1.27 mm、 83.19 ± 0.86 mm、 83.97 ± 0.80 mm，果形指數依序為 1.04、0.93、0.91，酸度平均值依序為 0.23 %、0.15 %、0.15 %。果實糖度以大甲及和美地區顯著高於和平鄉，其值為 $12.14 \pm 0.18^\circ\text{Brix}$ 、 $11.62 \pm 0.29^\circ\text{Brix}$ 、 $10.60 \pm 0.14^\circ\text{Brix}$ 。早生黃金在和美地區及和平鄉其果重、果長、果寬、果形指數、糖度、酸度均無顯著性的差異(表 3)。

由以上結果得知，玉金香梨同一時期在彰化縣和美地區及台中縣大甲地區高接，其果實所需生育日數較和平鄉短，而採收期也較早。同一地區兩品種之採收期也有所差異，高需冷性之早生黃金在彰化地區採收期較低需冷性玉金香提早約 2 週，果實所需生育日數也少於約 10~12 天。早生黃金梨在彰化地區果實採收期與生育日數，則明顯早於和平鄉。玉金香梨果實品質以台中縣大甲地區最好，台中縣和平鄉品質最差。早生黃金梨則在兩地區之果實品質差異不大。

表 1. 不同地區高接梨產期之比較(2006~2007)

Table 1. Comparison of grafting locations on harvest of 'Julip' and 'Early-Gold' pears.

品種 Cultivar	嫁接地區 Grafting locations	嫁接日期 Grafting date	採收日期 Harvest date	嫁接至採 收日數 ^z
玉金香 Julip	彰化縣和美鎮	1 月 28 日	7 月 6 日	159
	Hemei	Jan. 28	Jul. 6	
	台中縣大甲鎮	2 月 6 日	7 月 9 日	153
	Dajia	Feb. 6	Jul. 9	
	台中縣和平鄉	1 月 22 日	7 月 17 日	176
	Heping	Jan. 22	Jul. 17	
早生黃金 Early-Gold	彰化縣和美鎮	1 月 26 日	6 月 22 日	147
	Hemei	Jan. 26	Jun. 22	
	台中縣和平鄉	1 月 22 日	7 月 3 日	162
	Heping	Jan. 22	Jul. 3	

^z: Days of fruit development is the days from grafting to harvest.

表 2. 不同地區玉金香梨果實品質之比較(2006~2007)

Table 2. Comparison of grafting locations on quality of 'Julip' pear.

嫁接地區	鮮果重(g)	果長(mm)	果寬(mm)	果形	糖度(°Brix)	酸度(%)
Grafting locations	FW ^z	LD	TD	Fruit shape	TSS	TA
彰化縣	312.08±	77.15±	83.19±	0.93b	11.62±	0.15±
和美鎮	6.31 ^y b ^x	0.79b	0.80b		0.29a	0.01b
Hemei						
台中縣	421.57±	91.69±	88.12±	1.04a	12.14±	0.23±
大甲鎮	19.73a	2.14a	1.27a		0.18a	0.01a
Dajia						
台中縣	326.89±	76.02±	83.97±	0.91b	10.60±	0.15±
和平鄉	8.92b	0.96b	0.86b		0.14b	0.01b
Heping						

^z : FW: Fruit weight, LD: Longitudinal diameter, TD: Transverse diameter, TSS: Total soluble solids, TA: Titratable acid. ^x: 同一欄內採鄧肯顯著性比較(顯著水準為 5%)。Means separation within columns by Duncan's test at 5% level. ^y: Means ± standard error.

表 3. 不同地區早生黃金梨果實品質之比較(2006~2007)

Table 3 Comparison of grafting locations on quality of 'Early-Gold' pear.

嫁接地區	鮮果重(g)	果長(mm)	果寬(mm)	果形	糖度(°Brix)	酸度(%)
Grafting locations	FW ^z	LD	TD	Fruit shape	TSS	TA
彰化縣	299.70±	75.54±	81.86±	0.92a	11.80±	0.21±
和美鎮	9.29 ^y a ^x	1.47a	0.79a		0.37a	0.01a
Hemei						
台中縣	333.18±	74.66±	86.68±	0.87b	10.28±	0.20±
和平鄉	13.65a	1.09a	1.67a		0.25b	0.01a
Heping						

^z : FW: Fruit weight, LD: Longitudinal diameter, TD: Transverse diameter, TSS: Total soluble solids, TA: Titratable acid. ^x: 同一欄內採鄧肯顯著性比較(顯著水準為 5%)。Means separation within columns by Duncan's test at 5% level. ^y: Means ± standard error.

早生黃金梨果實外觀台中縣和平鄉果點較明顯，果皮易有木栓化現象產生；彰化縣和美地區果皮則較光滑、果點小，果皮呈青綠色較具有商品價值(圖 1)。玉金香梨在兩地區果皮皮孔較易產生木栓化形成果銹(圖 2)。

三、彰化地區高接梨嫁接適期之研究

不同嫁接時期對高接梨產期之影響如表 4。在彰化縣和美地區，玉金香梨以 12 月 21 日嫁接者最早採收，其次依序為 1 月 11 日及 1 月 28 日。12 月 21 日嫁接者採收期為 6 月 5 日，果實所需之生育日數為 166 日；1 月 11 日嫁接者採收期為 6 月 11 日，果實所需之生育日數為 153 日；1 月 28 日嫁接者採收期為 7 月 6 日，果實所需之生育日數為 159 日。

早生黃金梨以 12 月 1 日嫁接者最早採收，其次依序為 12 月 21 日、1 月 11 日、1 月 26 日及 2 月 1 日。12 月 1 日嫁接者採收期為 5 月 25 日，果實所需之生育日數為 175 日；12 月 21 日嫁接者採收期為 6 月 1 日，果實所需之生育日數為 162 日；1 月 11 日嫁接者採收期為 6 月 11 日，果實所需之生育日數為 151 日；12 月 26 日嫁接者採收期為 6 月 22 日，果實所需之生育日數為 147 日；2 月 1 日嫁接者採收期為 7 月 6 日，果實所需之生育日數為 156 日。不同時期對果實品質之影響如表 5、6。玉金香梨在各處理中，果實之果形指數、糖度、種子數等，均無顯著差異，各處理間果形指數為 0.93，可溶性固形物含量平均值為 11.05~11.62°Brix，種子數平均值為 9.47~9.80 顆。以 1 月 28 日嫁接之果長 77.15 ± 0.79



圖 1. 玉金香梨高接和平鄉(上)與和美鎮(下)之果實表現。(2006~2007)

Fig. 1. 'Julip' pear fruits grafted in Heping(up) and Hemei(below).



圖 2. 早生黃金梨高接和平鄉(上)與和美鎮(下)之果實表現。(2006~2007)

Fig. 2. 'Early-Gold' pear fruits grafted in Heping(up) and Hemei(below).

mm、果寬 83.19 ± 0.80 mm，果實為最大，平均果重為 312.08 ± 6.31 g，酸度最低其值為 $0.15 \pm 0.01\%$ (表 5)。早生黃金梨各處理果重、果長、果寬、果形指數、酸度、種子數均無顯著差異(表 6)。各處理間之果重平均值為 $259.60 \sim 318.76$ g，果長平均值為 $66.79 \sim 81.39$ mm，果寬平均值為 $76.91 \sim 81.86$ mm，果形指數為 $0.87 \sim 0.99$ ，酸度平均值為 $0.21 \sim 0.25\%$ ，種子數平均值為 $8.75 \sim 9.67$ 顆。果實可溶性固形物含量均在 $10.10 \sim 11.80^\circ\text{Brix}$ 之間，以 1 月下旬後嫁接者果實甜度略微偏高。

由以上結果得知，在彰化縣和美地區，玉金香梨與早生黃金梨嫁接日期越早，採收日期則可相對的提早，而對於果實發育日數，則玉金香梨以 1 月下旬高接最短，早生黃金梨以 1 月中旬高接最短。玉金香梨與早生黃金梨果實品質在各嫁接時期中，皆無顯著的差異性。嫁接適期可提前至 12 月，採收日期可提早至 5 月下旬~6 月上旬。

表 4. 彰化縣和美鎮不同嫁接時期對玉金香梨與早生黃金梨產期之影響

Table 4. Effect of different grafting stages on harvest of ‘Julip’ and ‘Early-Gold’ pear in Hemei.

品種 Cultivar	嫁接日期 Grafting date	採收日期 Harvest date	嫁接至採收日數 ^z Days of grafting to harvest
玉金香 Julip	12 月 21 日 Dec. 21	6 月 5 日 Jun. 5	166
	1 月 11 日 Jan. 11	6 月 11 日 Jun. 11	153
	1 月 28 日 Jan. 28	7 月 6 日 Jul. 6	154
早生黃金 Early-Gold	12 月 1 日 Dec. 1	5 月 25 日 May 25	175
	12 月 21 日 Dec. 21	6 月 1 日 Jun. 1	162
	1 月 11 日 Jan. 11	6 月 11 日 Jun. 11	151
	1 月 26 日 Jan. 26	6 月 22 日 Jun. 22	147
	2 月 1 日 Feb. 1	7 月 6 日 Jun. 22	156

^z: Days of fruit development is the days from grafting to harvest.

表 5. 彰化縣和美鎮不同嫁接時期對玉金香梨果實品質之影響(2006~2007)

Table 5. Effect of different grafting stages on ‘Julip’ pear fruit quality in Hemei.

嫁接時期 Grafting stages	鮮果重 (g) FW ^z	果長 (mm) LD	果寬 (mm) TD	果形 Fruit shape	可溶性固形物含量 (°Brix) TSS	酸度 (%) TA	種子數 (/fruit) Number of seeds
12 月 21 日 Dec. 21	294.19± 25.14 ^y ab ^x	71.40± 2.02 b	77.44± 2.36 b	0.93 a	11.05± 0.32 a	0.19± 0.01 b	9.47± 0.22a
1 月 11 日 Jan. 11	255.38± 10.39 b	71.76± 1.02 b	77.48± 1.05 b	0.93 a	11.08± 0.21 a	0.23± 0.01 a	9.60± 0.35a
1 月 28 日 Jan. 28	312.08± 6.31 a	77.15± 0.79 a	83.19± 0.80 a	0.93 a	11.62± 0.29 a	0.15± 0.01 c	9.80± 0.33a

^z : FW: Fruit weight, LD: Longitudinal diameter, TD: Transverse diameter, TSS: Total soluble solids, TA: Titratable acid. ^x:同一欄內採鄧肯顯著性比較(顯著水準為 5%)。Means separation within columns by Duncan’s test at 5% level. ^y: Means ± standard error.

表 6. 彰化縣和美鎮不同嫁接時期對早生黃金梨果實品質之影響(2006~2007)

Table 6. Effect of different grafting stages on 'Early-Gold' pear fruit quality in Hemei.

嫁接時期	果重 (g/fruit)	果長 (mm)	果寬 (mm)	果形	可溶性固 形物含量 (°Brix)	酸度 (%)	種子數 (/fruit)
Grafting stages	FW ^z	LD	TD	Fruit shape	TSS	TA	Number of seeds
12 月 1 日	262.51±	72.36±	80.16±	0.90 a	10.10±	0.25±	8.75±
Dec. 1	21.77 ^y a ^x	1.72 ab	1.97 a		0.22 b	0.01 a	0.51a
12 月 21 日	259.60±	69.39±	79.57±	0.87 a	10.35±	0.22±	8.75±
Dec. 21	35.78 a	4.55 ab	4.12 a		0.74 b	0.03 a	0.75a
1 月 11 日	318.76±	81.39±	81.58±	0.99 a	10.93±	0.22±	9.00±
Jan. 11	34.58 a	4.85 a	2.92 a		0.35 ab	0.02 a	0.63a
1 月 26 日	299.70±	75.54±	81.86±	0.92 a	11.80±	0.21±	9.67±
Jan. 26	9.29 a	1.47 ab	0.79 a		0.37 a	0.01 a	0.58a
2 月 1 日	262.62±	66.79±	76.91±	0.87 a	11.60±	0.25±	9.08±
Feb. 1	9.82 a	4.67 b	1.13 a		0.22 a	0.01 a	0.26a

^z: FW: Fruit weight, LD: Longitudinal diameter, TD: Transverse diameter, TSS: Total soluble solids, TA: Titratable acid. ^x:同一欄內採鄧肯顯著性比較(顯著水準為 5%)。Means separation within columns by Duncan's test at 5% level. ^y: Means ± standard error

討 論

一、低海拔梨穗於不同地區高接果實產期與品質之比較

台灣梨產業創新高接技術近 30 年，為台灣創造千億元以上新台幣產值。加入 WTO 後，東方梨由管制進口改為關稅配額進口。台灣梨產業，2002 年以來連續增產，加上配額逐年增加，造成供過於求，又無法因產期早價格滑落之勢引導適量出口，品質又沒有顯著提升，使得原本高價位之國產梨，價格開始明顯大幅滑落，92 年起部分售價已低於成本。當消費市場尚未飽和而供貨期相同時，國產梨與進口梨依品質及價格，互相競爭市場佔有率；當消費市場已飽和而供貨期相同時，劣質及中等國產梨無法與進口貨競爭，只有品牌國產優質梨可以生存；當供貨期不同時，國產早熟梨則具有質量及價格上的優勢(施，2005)。國產高接梨產期較日、韓兩國提早約二至三個月，故遭受日、韓產品之衝擊極小，惟南半球國家，如紐西蘭，近年大力發展東方梨產業，產期約為 2~4 月，將對國內高接梨產業構成某種程度的威脅(施，2005)。

每一個優質梨有名品種均有其最適栽培區，在新興栽培區內可以大力發展，使梨果精品生產集中。中西部沿海冬季為東北季風盛行地區，自苗栗後龍迄彰化、雲嘉南近岸；東部花東縱谷區等，地勢較高、平整、排水良好地帶，由於冬季有東北季風的吹拂，氣溫低加上人工噴霧能降低至最低的樹體溫度，儘早滿足梨樹之低溫需求，以促進萌芽(Erez *et al.*, 1983; Nir and Couvillon, 1988)，早春時由於海拔低，升溫快因而可以提早累積果實生育所需積溫，進而提早產期(施，2005)。由本試驗結果，可初步了解對於玉金香及早生黃金梨兩種綠皮品系在彰化縣及台中縣近海地區的適應性。從產期來看，於同樣為 1 月下旬嫁接，採收日期以彰化縣和美鎮及台中縣大甲鎮明顯提早 9~10 天，嫁接至採收日數提早約 20 天。同一地區兩品種之採收期也有所差異，高需冷性之早熟種早生黃金在彰化地區採收期較低需冷性玉金香提早約 2 週。因此可以了解早生黃金梨果實在彰化地區積溫累積較玉金香梨快。彰化近海地區微氣候一般也較山區穩定，且早春升溫快，果實能快速累積生育所需積溫，因而對早產及增加產量上有利。對於果實品質，由表 2、3 可以得知，在彰化及台中縣近海地區玉金香梨與早生黃金梨果實品質上優於傳統高接梨產區，糖度明顯以彰化及台中縣近海地區較高，加上本試驗在彰化及台中縣近海地區果實所使用的專利透氣膜套袋，果實於乾燥透氣的環境下生長，使果皮呈鮮綠色、果皮光滑、果點細等優勢。由於本區為新興高接梨區又冬季有東北季風的吹拂，病蟲害防治較容易噴藥次數明顯減少，且氣候較山區穩定，生產過程中可明顯降低成本及風險。傳統高接梨區由於氣候不穩定早接者風險大，且長期生產早已成為病蟲害的灶區，且於幼果期田間管理費時、費工、無形中增加成本，且不當的田間管理果皮就易產生銹斑影響果實外觀及售價。以目前早熟梨市場上之品種結構來看，主要還是以褐皮梨為主，尚無綠皮或其他顏色果皮之優質品種出現。而消費者對於早熟綠色果皮之高接梨有高度的興趣及購買慾，可以與褐皮品系有市場上的區隔。因此對於本試驗的綠皮系品種，彰化及台中縣近海地區是優越潛在新興高接梨區。目前發展的瓶頸之一是比橫山梨母樹低溫需求更低，更喜熱之合適砧木品系尚未開發出來，未來應加強加速低海拔地區之超低需冷量、喜熱、大果、抗病、矮生之健旺砧木選育。

二、彰化地區高接梨嫁接適期之研究

中部傳統高接梨產區之高接適期，一般以梅花開花期為準，以日期及田間經驗推算認為 1 月中旬是高接最適合的時間(林，1986；林等，1979)，但果農為提早採收，嫁接時期提早到 11 月下旬，並配合利用一些植物生長調節劑或化學物質處理，期望橫山梨提早萌芽生長，但因嫁接後，開花期及果實發育初期氣溫仍低，樹勢生長緩慢，因此著果率及果實發育常會受到影響。目前高接梨果品質參差不齊沒有特色，因生理及天候種種因素梨農為促進梨果肥大，常施用植物生長調節劑，造成果心大，果型不正，品質變差。梨在台灣低海拔地區栽培，冬季低溫期短且無凍害問題，因此利用化學藥劑或其他物理方法如修剪、除葉等方式，使其提早萌芽開花，可達到提早產期之效果(廖，1991；倪，1991；林，1986)。提早高接梨的嫁接時間，與提早開花之效果相似，因梨接穗真休眠已利用人工低

溫加以解除，故亦有提早產期之效果。

而本試驗為利用彰化近海地區(海拔約 20M)之微氣候探討提早高接梨產期之可能性。由結果顯示，早生黃金梨提早至 12 月上旬嫁接，可將產期提早至 5 月下旬，12 月中旬以後高接則產期集中在 6 月。所以在彰化近海地區提早嫁接可以將產期提早至 5 月。而提早嫁接雖可以提早產期，但嫁接至採收所需之生育日數則愈長。以早生黃金梨為例，12 月 1 日高接所需之生育日數最長約 175 天，愈晚高接者生育日數愈短，以 1 月 26 日為最短，果實生育日數為 147 天。此結果與盧(2005)在台東地區以新世紀梨嫁接適期之研究結果類似，11 月嫁接者產期可提早至 4 月下旬至 5 月上旬，12 月上旬嫁接者產期可提早至 5 月中旬至下旬，生育日數平均值為 167~177 天。對於果實品質影響，由表 5、6 可以得知，玉金香梨早期嫁接果實鮮重稍微偏小，可溶性固形物含量與酸度則無差異；早生黃金梨在任何嫁接時期，品質均無差異。盧(2005)於 11 月進行嫁接，生產果實太小，平均單果重在 87~130 g 之間；主要原因是高接梨果實之養分、水分供給完全依靠橫山梨，提早嫁接接穗之休眠性已打破，而橫山梨雖以人工催芽技術或逃避休眠方式來打破休眠，但 11、12 月間氣溫仍低，活力差，無法持續其養分及水分之供給，因此影響到果實發育。果實的發育與溫度呈正相關，溫度較高時，果實發育所需之積算溫度累積較快，果實發育快；反之，溫度低時累積慢而延長果實發育時間(盧，2005；宋與歐，1997；Gemma *et al.*, 1990)。彰化地區台中農改場 2006 年 12 月至 2007 年 2 月的平均溫度，依序為 18.8℃、16.8℃、18.5℃，最高溫度為 20~25℃，2 月中旬後溫度逐漸回升(資料來源：中央氣象局)，從此溫度範圍來看，彰化近海地區提早嫁接並無礙梨穗開花、授粉與生長，但對於橫山梨的休眠則會造成低溫不足，導致萌芽不整齊等現象。早接者除溫度影響之外，高接梨也因接穗及砧木為兩不同品種梨樹之影響，砧穗間休眠程度必須一致，才有足夠養分提供幼果發育。而在本試驗中，由於大甲地區冬季溫度較低，其砧木為台農種苗 2 號蜜雪梨，低溫需求量較橫山梨高，雖因此大甲地區無法提早高接，但於 2 月初嫁接時已基本滿足低溫需求。因而大甲地區果實品質在所有試驗地區品質為最佳，平均鮮果重最大，雖嫁接時期較晚大，但其高接果實發育天數卻最短。因此可以證明在中部近海地區若能利用此地區之特有的微氣候並配合砧木樹體及休眠的解除，要生產優質之(極)早熟梨並非難題。

果實初期發育所需的養分是由前一年貯藏在樹體內養分所供給；因此前一年果實採收後，肥料及樹體管理也會影響樹體養分蓄積，進而影響早期嫁接的果實發育。梨從開花到種子形成，約需 4~5 日，此段期間受氣溫之影響最大，授粉後日數日間以人工控溫，白天控制在 25℃ 時果實之種子率平均高達 90%，20℃ 之種子率為 75%(林等，1995)。梨果實如受精完全，每果粒應有 10 顆種子，而營養稍差的梨樹所生產的果實平均只有 2-3 顆種子，非但影響果粒的生長，而且種子數過少容易造成生理落果(林等，1995)。而本試驗兩品種早期嫁接果實也符合此結果，利用人工授粉種子數平均數在 8.75~9.80 粒種子。梨果內種子數的多少影響到果肉養分之平衡與植物賀爾蒙之產生，可防止梨之生理落果，並促進果實的肥大與品質。由以上可以推測，以彰化和美地區為例，高接梨嫁接時期可提早至

12月上旬甚至更早11月下旬，配合開花期的氣象條件，例如利用設施增溫使果實提早發育而不受氣候影響；並藉由栽培技術使接穗與砧木間養分的相互搭配，如利用人工智慧型自動化噴霧系統間歇式的噴霧逢機降低至最低的樹體溫度，儘早滿足梨樹之低溫需求，並以日光溫室增溫，可將產期提前至5月甚至更早，以生產高品質早熟梨。

綜合上述試驗結果可歸納，國內天然栽培條件及栽培技術特殊，具有突破季節、緯度、海拔高度限制等地理及時空條件，台灣早熟梨的開發技術獨步全球，北半球生產東方梨國家以台灣最為早，早於其他地區約2~3個月以上，近年來國內生產技術及品種屢屢創新突破，初步觀察台灣已可於中低海拔之地區自行產穗，未來可望建立專業採穗園並生產優質梨穗，逐步滿足高接品種、數量及品質的需求；於中部近海地區以創新早熟梨生產技術可提早在4、5月起生產耐儲優質梨果加以已育成優良國產梨品種數種，除內銷外尚可大量外銷人口最多、氣候最熱、需求最高季節之北半球市場，結合這些因素具備產期、品種及品質等優勢，可使台灣高接梨長期擁有產業競爭力。

參 考 文 獻

- 宋家瑋、歐錫坤。1997。低需冷量桃樹果實發育所需的熱量時間。中華農業研究。46(1): 42-50。
- 林明志。1993。台灣高山地區豐水梨腋花芽促成之研究。國立台灣大學碩士論文。
- 林嘉興。1986。橫山梨與高接梨栽培管理技術。台中區農業改良場特刊。(4): 20-22。
- 林嘉興、林信山、張榕生、傅阿炳。1979。橫山梨高接溫帶梨試驗研究初步報告。台灣農業。15: 26-39。
- 林嘉興、張林仁、廖萬正。1995。梨樹開花期之生理與著果之探討。台中區農業改良場專訊。12: 18-25。
- 施昭彰。2005。梨產業發展趨勢。梨栽培管理技術研討會專集。pp. 55-117。
- 倪正柱。1991。落葉果樹芽體休眠與生產設計。台灣果樹之生產及研究發展研討會專刊。pp. 77-78。
- 陳中、黃朝窗、邱仁文、黃朝卿。1997。豐水梨腋花芽促生栽培技術改進研究。提升果樹產業競爭力研討會專集(二)。pp. 187-196。
- 蔡阿安。1991。幸水梨不同穗源嫁接橫山梨樹之成活及結實之研究。國立台灣大學碩士論文。
- 廖萬正。1991。利用“二次催芽栽培法”在本省低海拔地區生產高需冷性東方梨。台中區農業改良場研究彙報。32: 33-39。
- 廖萬正。1997。梨山地區與日本地區豐水梨接穗品質比較試驗。提升果樹產業競爭力研討會專集Ⅲ。pp.267-271。

- 盧柏松、楊耀祥。1998。橫山梨萌芽與碳水化合物及氮素之關係。興大園藝。23(1): 17-26。
- Erea, A. 1987. Use of rest avoidance technique in peaches in Israel. *Acta Hort.* 199: 137-144.
- Erez, A. and G. A. Couvillon. 1983. Evaporative cooling to improve rest breaking of nectarine buds by counteracting high daytime temperature. *HortScience.* 18: 480-487.
- Gemma, H., K. Uchino, M. Fukushima, and C. Oogaki 1990. Acclimation of Japanese pear 'Kosui' under warm temperature during early growing period in vinyl house. *Acta Hort.* 279: 259-268.
- Nir, G., I. Klein, and S. Lavee. 1988. Improving grapevine budbreak and yields by evaporative. *Amer. Soc. Hci.* 113(4): 512-517.

The Relationship between Pear Flower-Budwoods Quality and the Development of Top-Grafted Fruits in the Taiwan Lowland

You-Min Chang ¹⁾ Jau-Chang Shih ²⁾ Cheng-Chu Nee ³⁾

Key words: Pear, Pear flower-budwoods, Top-grafted, Development of fruits

Summary

Flower-budwoods producing in the lowland were top-grafted in late January. Days of pear fruit development, harvest date and quality of fruits in Hemei and Dajia were more profitable than in Heping. In Hemei, 'Early-Gold' harvested earlier than 'Julip' about 2 weeks, and days of fruit development also fewer about 10 days. The result of different grafting stages shows that early top-grafting could promote the earlier harvest time but days of fruit development were longer. Top-grafted 'Early-Gold' in early December could promote the harvest time to late May; top-grafting in late January had the least fruit development days about 147 days. For the fruit of top-grafting in early December, fresh weight was about 250~300g and total soluble solids were more than 10 °Brix, to meet the standards of market. With such flower-bud woods, which produced in the lowland, to produce the early commodities of top-grafted pear in the Taiwan lowland is possible.

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

2) Researcher, Crop Science Division, agricultural research institute, council of agriculture, Executive Yuan, R.O.C.

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

百香果自交不親和性與花粉發芽之研究

卓俊銘¹⁾ 許圳塗²⁾ 曾夢蛟³⁾

關鍵字：百香果、自交不親和性、柱頭、花柱、花粉發芽

摘要：百香果具自交不親和性，屬孢子體遺傳系統。其認定作用發生位置為花粉與柱頭絨毛交互作用。本試驗在於探討百香果柱頭和花柱組織組成物與花粉發芽關係。試驗結果顯示，參試的三個品系(52, 88, 37)之百香果在開花當天自花授粉者，花粉管大部份在絨毛層被攔阻無受精反應。而在蕾期(開花前一天及前二天)授粉者，除了品系 88 以外，品系 52 有少數花粉管進入柱頭，品系 97 在三個花蕾發育期授粉，皆有花粉管進入柱頭到達花柱基部。在四個參試品系中可發現，添加柱頭萃取液對花粉發芽抑制效果比添加花柱萃取液有較強的趨勢。開花當天柱頭萃取液對四個參品系花粉發芽皆有抑制效果。添加品系 97 開花前一天柱頭及花柱與當天花柱萃取液，對花粉管具有顯著促進效用，而添加開花前二天柱頭萃取液，則有顯著抑制作用。添加開花前一天柱頭與花柱萃取液，對百香果品系 52 花粉發芽率具有顯著促進發芽效果。除了開花前二天柱頭添加物對品系 88 花粉發芽有抑制外，其他處理組的花粉發芽率和對照組比較無顯著差異。品系 37 各種處理對花粉發芽無顯著的差異。由實際觀察情形與對照組作比較，處理組之花粉管長度均較對照組短，有些花粉管呈現扭曲，胞質滲出。

前 言

百香果(Passion fruits)又名西番果或時計果，為西番蓮科(Passifloraceae)，西番蓮屬(Passiflor)之多年生蔓性果樹。其中約 50~60 種可供食用，有商業化栽培者僅限於紫百香

1) 中州技術學院景觀設計系助理教授。

2) 國立台灣大學園藝學系教授。

3) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

果(*Passiflora edulis* Sims)和黃百香果(*P. edulis* f. *flavicarpa* Degener)兩種及其雜交品種(Martin *et al.*, 1970；張和鄭, 1988)。台灣百香果栽培至今遭遇到毒素病侵襲如胡瓜嵌紋病毒(CMV)及木質化病毒(PWV)(張, 1988)，造成栽培面積大量萎縮，外銷產業停頓，另外高產量的黃果種具有自交不親和性(許, 1985；張, 1974)。在自然情況下須有授粉媒介助其授粉(Nishida, 1954)或行人工授粉(張, 1974；張, 1979)否則造成產量不穩定及提高成本。不親和性普遍發生於西番蓮屬，成為雜交上之障礙(Payan and Martin, 1975)。百香果柱頭呈乾性，密生絨毛組織為複列式多細胞(multi-seriate)，細胞間隔厚，表層由分泌物所沈積。花粉與絨毛間之認定作用，可能受一主要 S 基因座所控制，由其形態特性及作用型，可歸為孢子體型自交不親和性(Ho and Shii, 1986)。本研究主要為探討雌蕊組織對花粉發芽之影響，並瞭解其與親和性關係。

材 料 及 方 法

一、試驗材料：

本試驗所採用的百香果品系，如表 1 所示。皆栽植於台大農場園藝分場。包括有黃果種 *P. edulis* f. *flavicarpa* Degener (編號：Cy50，H5-34，YE53 及 YR47) 及紫果種 *P. edulis* Sims (編號：P59) 和各種雜交組合代。

表 1. 本試驗所用之百香果品系

Table1. The test line of *Passiflora* used in experiment.

lines	combinations		
97	Cy50	×	P59
37	H5-34	×	H5-34
52	H5-34	×	YE53
88	Cy50	×	YR47

二、試驗方法

(一)、花粉活力測定

1. 自花授粉體內(*in vivo*)發芽螢光觀察

參試材料 No.97、52、88 及 37 分別開花當天、前一天及前二天三個時期採集花苞，插在裝有蒸餾水的小玻璃瓶中，授以自花新鮮的花粉，於授粉後 1，2，4，6，12 及 24 小時，分別取下雌蕊固定，行螢光鑑定。

2. 螢光檢查的步驟 (Kho and Bear, 1968) 為：

(1). 固定：將採下之雌蕊浸於 F.A.A.固定液[Formalin：Acetic acid：50% Alcohol = 1：1：

- 18 (v/v)中，放置 18 小時，再以 50%之酒精洗三次，每次 10 分鐘。
- (2). 軟化：固定好的材料，以 3N NaOH 在 60°C 下，軟化至全部呈橙黃色，軟化後以蒸餾水浸泡。
 - (3). 染色：以含 0.1% aniline blue 之 0.1N K₃PO₃ 溶液進行染色，至少三小時。
 - (4). 將染色完全的材料取出，放在載玻片上，滴加甘油蓋上蓋玻片後施力壓平。
 - (5). 觀察：利用螢光顯微鏡(Nikon Optiphotepiscopic - fluorescence attachment EF-D) 觀察花粉發芽情形，並照像之。

(二)、雄蕊抽出物體外(*in vitro*)發芽檢定

本試驗發芽培養基無機鹽成分主要採用 Brewbaker 和 Kwack 培養基(1963) (又稱為 B and K medium)之配方：H₃BO₃ (100 ppm)，MgSO₄ · H₂O (200 ppm)，Ca(NO₃)₂ · 4H₂O (300 ppm)，KNO₃ (100 ppm)。並加以修改，添加 20% sucrose，0.1% agar，及 10% polyethylene glycol (PEG) pH 6.0 (李, 1988)。以此半固體培養基為花粉發芽對照組的培養基。處理組的培養基，則另加組織萃取液。於開花當天(0)、前一天(-1)及前二天(-2)等三個時期，取下供試品系的雌蕊。分別切下柱頭及花柱組織，以液態氮冷凍，研磨成粉狀，加入三倍(w/v)未加 0.1% agar 之對照培養液。以 10,000 rpm (4°C)的轉速離心 10 分鐘之後取上層澄清液，將此澄清液和半固體培養基以 1：2 (v/v)的比例混合，滴入雙凹槽載玻片上。

新鮮花粉取自成熟開裂之花藥上，收集後以探針挑出，置於已備置之培養基上，再將此載玻片放入裝有濕衛生紙的塑膠盒內、加蓋，放在 30°C 無光的培養室中，24 小時之後，在光學顯微鏡下觀察，計算花粉發芽率。所有處理重覆四次，發芽判定取決於花粉管長度超過花粉粒直徑的二倍為標準。

結 果

一、花粉體內(*in vivo*)發芽測定

選取四個自交親和性程度不同的百香果品系，於不同開花時期進行自花授粉，且以螢光顯微鏡觀察其花粉管生長的情形。其結果顯示編號 97 的百香果品系，在開花前二天的花蕾，授以成熟花粉，在 1、2、4 及 6 小時後大部分花粉管仍停留在絨毛層，而且花粉附著在柱頭的數目不多，經 12 小時授粉，部分花粉管在柱頭引導組織，到了 24 小時後，花粉管才進入花柱的 8/10 ~ 9/10 處 (圖 1A、表 2)。在開花前一天的花朵，授以成熟的花粉，經 1 及 2 小時後花粉管進入柱頭引導組織，4 小時後花粉管進入花柱 1/4 處，6 及 12 小時後，花粉管分別進入 1/3 及 1/2 花柱處。於授粉 24 小時後，花粉管穿越花柱基部(圖 1B、表 2) 進入子房。當天開花的花朵作自花授粉經 1，2，4 及 6 小時後，花粉有發芽現象。但都在絨毛層，並未深入柱頭組織，授粉後 12 小時，花粉管已進入花柱 2/5 處，授粉 24 小時後，花粉管已超過花柱基部 (圖 1C、表 2)，進入子房，同時子房有明顯的膨大。

編號 52 之百香果品系在開花前二天，以成熟花粉授粉者，經 1，2，4，6 及 12 小時後可見花粉管穿越絨毛進入柱頭引導組織，而授粉 24 小時後，有花粉管穿越過花柱基部(圖 1D、表 2) 抵達子房。開花前一天授粉的花朵，授粉後 1 及 2 小時，花粉管伸長穿越過絨毛層進入柱頭組織，而授粉 4，6，12 及 24 小時後，花粉管長度分別為花柱的 1/10，1/3，2/5 及 3/5，並未抵達子房 (圖 1E、表 2)。開花當天之花朵自花授粉後經 1，2，4，6 及 12 小時，花粉管大部分都停留在絨毛組織即使 24 小時後，仍未見花粉管到達花柱內(圖 1F、表 2)。

品系 88 的百香果於開花前二天授粉者，在 1 小時後，可見花粉管進入柱頭漏斗狀引導組織，授粉 2 小時者亦然，而授粉 4 小時者，僅有少數花粉管進入花柱 1/10 處，授粉 6 及 12 小時者亦然，但是亦有在絨毛處被攔阻者。即使經 24 小時花粉管亦存在於柱頭引導組織，但為數不多(圖 1G、表 2)。在開花前一天授粉，經 1 及 2 小時花粉管已穿越絨毛進入柱頭，經 4，6 及 12 小時可觀察到花粉管存在於花柱中，但 12 小時的授粉，仍然有花粉管在柱頭處被攔阻，24 小時授粉後，花粉管進入花柱基部(圖 1H、表 2)。在開花當天的花朵，自花授粉經 1，2，4 及 6 小時，其花粉管仍在絨毛層，並未穿越絨毛進入柱頭組織，經 12 小時可發現花粉管在柱頭引導組織，但大部分仍在絨毛層，24 小時後可見花粉管抵達花柱末端，但數目不多(圖 1I、表 2)。

編號 37 的百香果品系在開花前二天授粉者，經 1，2 及 4 小時後，花粉管已進入絨毛組織；而經 6，12 及 24 小時後，已有花粉管抵達花柱基部，而且授粉時間愈久，達花柱基部的花粉管愈多(圖 1J、表 2)。而開花前一天授粉者，經 1，2，4 及 6 小時後，其花粉管只到達絨毛層或柱頭組織；授粉 12 或 24 小時後，有大量花粉管穿過花柱基部(圖 1K、表 2)進入子房；最後，開花當天自花授粉者即使經 24 小時者，有少部分或極少的花粉管抵達花柱末端 (圖 1L、表 2)。

二、柱頭及花柱萃取液對花粉體外發芽之影響

添加柱頭或花柱萃取物，對百香果自花花粉發芽率的影響如表 3 所示。編號 97 之百香果品系添加開花前二天之柱頭及花柱萃取液，與對照組比較，均有抑制花粉發芽的趨勢，其中柱頭萃取液對花粉發芽的抑制效果達 5%顯著差異。添加開花前一天之柱頭或花柱萃取液與對照組比較，均有促進花粉發芽的趨勢，且花柱萃取液者達 5%顯著差異。而添加開花當天之柱頭或花柱萃取液，對花粉發芽則無顯著差異 (表 3)。編號 52 之百香果品系無論添加開花前一天或二天之柱頭或花柱萃取液，與對照組比較，均有促進花粉發芽之效果，且有顯著差異，其中添加開花前一天之花柱萃取液，可提高 58%之發芽率。然而，添加開花當天之柱頭或花柱萃取液對花粉發芽則顯著差異(表 3)。編號 88 之百香果品系，除了添加開花前二天之柱頭萃取液，抑制花粉發芽達 5%顯著差異外，其他各處理組和對照組無顯著差異(表三)。編號 37 之百香果品系，以添加開花前二天之柱頭萃取液有促進花粉發芽之效果，且與添加開花前一天之柱頭萃取液比較有顯著差異，但與對照組或其處理組比較則無顯著差異(表 3)。顯微鏡觀察花粉發芽之結果，同時顯示出添加品系

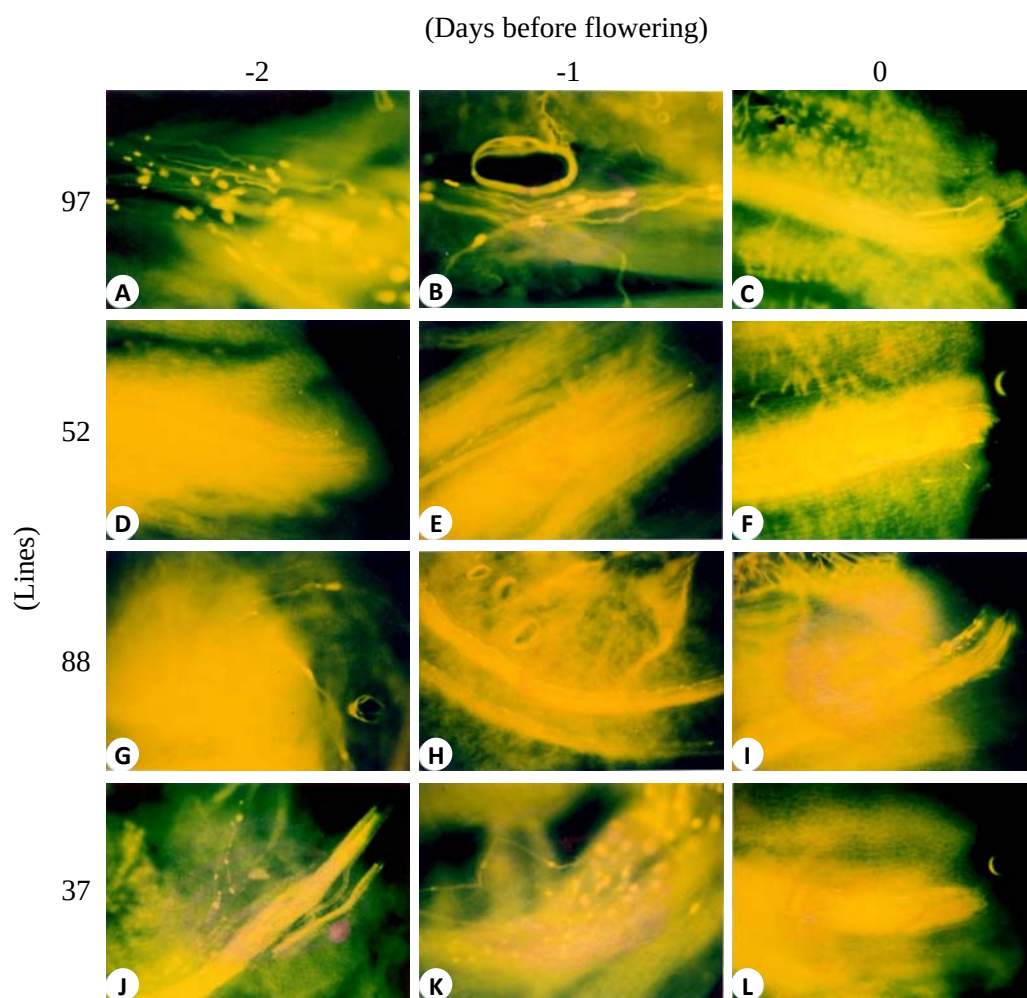


圖 1. 百香果品系 97 (A~C)、52 (D~F)、88(G~I)及 37(J~I)於開花前 2 天(A、D、G、J)、1 天(B、E、H、K)及 0 天(C、F、I、L)自花授粉後 24 小時，花粉在花柱組織生長的情形。

Fig. 1. Growth of pollen tube in the style tissue of passion fruit line 97 (A~C), 52 (D~F), 88(G~I), and 37(J~I)) after self-pollination before 2 (A, D, G, J), 1 (B, E, H, K), and 0 (C, F, I, L) days of anthesis for 24hrs.

表 2. 百香果自花授粉後花粉發芽的情形

Table 2. Time course of pollen germination of passion fruit after self-pollination.

品系	柱頭成熟度	授粉時間 (小時)					
		1	2	4	6	12	24
97	-2 ^x	←	←	←	←	←	←
	-1	←	←	←	←	←	←
	0	←	←	←	←	←	←
52	-2	←	←	←	←	←	←
	-1	←	←	←	←	←	←
	0	←	←	←	←	←	←
88	-2	←	←	←	←	←	←
	-1	←	←	←	←	←	←
	0	←	←	←	←	←	←
37	-2	←	←	←	←	←	←
	-1	←	←	←	←	←	←
	0	←	←	←	←	←	←

^x : -2, -1, and 0 indicated as 2, 1, and 0 days before flowering, respectively.

97, 88, 37 柱頭或花柱萃取液到培養基之任何處理組，其花粉管大多伸長到其花粉粒直徑之 2~3 倍即不再伸長，然而對照組可伸長至花粉粒直徑之 4~5 倍。編號 52 百香果品系無論對照組或處理組，其花粉管伸長均有較短之趨勢。而花粉管生長受抑制者，通常呈現花粉管扭曲、破裂或胞質滲漏等現象。

表 3. 百香果柱頭及花柱萃取液對花粉體外發芽之影響

Table.3 Effects of extracts of stigma and style of passion fruit on the pollen germination *in vitro*.

品系 萃取液	97	52	88	37
	發 芽 率 (%)			
CK	28.6 bc ^y	40.9 ab	51.4 b	43.6 ab
Stigma (-2) ^x	13.4 a	56.2 cd	32.2 a	46.3 b
Stigma.(-1)	36.2 c	54.8 cd	47.4 b	39.5 a
Stigma (0)	17.4 ab	35.9 a	49.8 b	40.8 ab
Style (-2)	18.3 ab	60.3 d	48.3 b	44.1 ab
Style (-1)	54.4 d	71.0 e	49.6 b	43.7 ab
Style (0)	30.8 c	48.8 bc	44.4 b	43.8 ab

^x: -2, -1, and 0 indicated as 2, 1, and 0 days before flowering, respectively.

^y: Means followed by the same letter were not significantly different at $p = 0.05$ according to Duncan's multiple range test.

討 論

一、體內(*in vivo*)花粉發芽測定：

成熟花粉含有大量的葡聚糖(callose)，當花粉發芽時，callose 圍繞在花粉管壁，而將花粉管之細胞質封住(Heslop-Harrison, 1971)。當花粉管停止生長，利用 Aniline Blue 染劑處理，callose 會和 Aniline 作用，在 350~400 nm 光譜下會產生螢光，因此可做為花粉管在體內生長之指標(Chou and Harbed, 1970；Kho and Bear, 1968；Tomer and Gottreich, 1975)。

百香果柱頭呈乾性密性絨毛組織。其絨毛組織被認為具有辨識和排拒作用，屬於孢子體型自交不親和性(Ho and Shii, 1986；許和何, 1985)。利用蕾期授粉克服十字花科等作

物之自交不親和性，已普遍應用在田間生產自交系之 F1 種子。為了探討百香果蕾期授粉與自交不親和性之關連，我們選取一個自交親和性較高的品系編號 97 及三個自交不親和性較高的品系編號 52，37，88。於開花前二天、一天及當天進行自花授粉，並利用螢光染色技術分別於授粉後 1，2，4，6，12 及 24 小時檢查花粉管在花柱內伸長的情形。

試驗結果顯示，在百香果品系編號 52，88 及 37 中，開花當天的花朵授粉後大部分的花粉皆在絨毛或花柱部位被攔阻 (表 2)。Gilmartin (1958)指出百香果受精發生率低於 20%~30%會導致著果失敗或果實肥大而中空(puffiness)。Ho and Shii (1986)指出百香果胚珠受精達 40%左右，子房明顯膨大，才算具親和性，因此雖然品系 88 及 37 在授粉 24 小時後，有極少數的花粉管抵花柱基部，因此仍屬不親和性。此三品系在開花前二天及前一天之蕾期授粉，經 24 小時後可見花粉管抵達花柱基部進入子房(圖 1、表 2)。此種結果和蕓苔屬蕾期授粉的作用相同。雖然品系 52 在開花前一天的授粉，經 24 小時在花柱基部未發現有花粉管，但其花粉管在花柱的 3/5 處(圖 1E)，如果延長授粉時間，此品系的花粉管也許可以到達子房完成受精(圖 1F)。品系 88 的百香果在開花前二天行蕾期授粉，經 24 小時後花粉管仍停留在柱頭引導組織(圖 1G)，而且數量不多，推測或許此品系之花柱組織在此階段尚未達發育成熟，可接受花粉管組織穿透的能力。其造成品系間差異的原因，有待進一步研究。品系 97 的螢光顯微檢定顯示，在開花前二天、開花前一天和開花當天授粉後 24 小時，有花粉管穿越或即將穿越花柱基部 (圖 1A~C) 抵達子房。

許和何 (1985) 及 Knight 及 Winters (1962)報導具自交親和性之百香果，當花粉著落在柱頭半小時即可發芽長出花粉管，1 小時之後花粉管則穿越絨毛組織，2 小時則進入柱頭引導組織，4 小時後花粉管抵達花柱基部，而 6 小時之後則進入子房，經 8 小時後約有 20%受精，經 18 小時則有 80%胚珠受精。自交不親和性的黃果種，授粉半小時後，發芽率甚高，但花粉管的生長緩慢，頂端呈膨大現象，經 24 小時仍未能超過絨毛組織 2/3 位置的厚度 (Ho and Shii, 1986)。本試驗結果與其大致相符合。雖然在授粉 24 小時內，各個時段的結果不盡相同，而且都延後，造成此種差異，除了品系不同外，我們以離體花朵在室內做授粉，微氣候 (濕度，二氧化碳濃度)及花朵本身的狀態都可能影響花粉管在花柱生長的速率。

由於本試驗未再深入調查胚珠的受精率，亦未測量子房膨大指數，因此無法正確的指出品系之自交親和性與自交不親和性。綜合試驗結果可以得知編號 52，37 及 88 品系的百香果較具自交不親和性，且在開花前二天及前一天授粉可克服其絨毛抑制作用。品系 97 則較自交親和性。

二、雌蕊組織萃取物對百香果花粉體外(*in vitro*)發芽之影響。

百香果的花粉類似三核型花粉的反應，壽命短，難於體外發芽，屬於中程度花粉發芽作物(發芽率 5~60%)。難發芽者，如果改變培養基的物理、化學條件，或提供部份有機物質，則可改進其發芽率(Chiang, 1974; Ferrari and Wallace, 1975; Subbaiah, 1984; 李, 1987; 李等人, 1989)。使用適合於多數作物花粉之培養基(BandK 培養, 1963)，並在其中

添加適量的 PEG 及 sucrose，藉由物理性狀的改變，可提高百香果花粉活體外發芽(李, 1987；李等人 1989)。

參試的四種品系百香果，在對照組培養基(BandK 培養基，加入 20% Sucrose，再加 10%PEG)，其花粉發芽率為 30%~50% (表 3)，和未加 PEG 之結果比較(0~6%) (李, 1988)，顯著地提高花粉發芽率。Thomas and Wallace (1957)指出難發芽的花粉如甘藍，可藉 PEG 來改善發芽情形(李, 1987；李, 1988)，此發芽率的改善可能與 PEG 可調節培養基的滲透壓有關。

為了探討是否有抑制或促進自交不親和性之物質存在於百香果柱頭或/及花柱而影響其自交不親和性的表現，本試驗以萃取自開花前二天、一天及當天之柱頭或花柱之萃取液加入花粉發芽之培養基。調查自花柱頭及花柱對成熟花粉在體外發芽之影響。

試驗結果顯示，添加開花前二天或前一天之柱頭或花柱萃取液到培養基與不添加萃取液之對照組比較，對不親和品系 52，皆顯著的提高其花粉發芽。由於 52 號品系於開花前二天或一天，經授粉 24 小時後，可見花粉管生長通過花柱或抵達花柱末端 (表 2)，因此我們推測開花前二天或一天抑制花粉管生長之物尚未累積，或/且有促進花粉管生長物質合成，因而促進其花粉管生長。然而添加開花前二天或一天之萃取液對百香果其他三個品系之體外發芽之影響較無一致性。對不親和品系 37 皆無影響；對不親和品系 88 除開花前二天之柱頭萃取液有降低之效果外，其他處理沒有影響；對親和性品系 97，添加開花前一天之柱頭或開花前二天之花柱萃取液，均無顯著差異，但添加開花前天之花柱及開花前二天之柱頭萃取液，分別各降低及提高發芽率。添加開花當天之柱頭萃取液，對四個品系均有降低花粉發芽之趨勢，但未達 5%顯著差異。添加開花當天之花柱萃取液對花粉發芽也沒顯著的影響。

李氏(1988)曾報導添加柱頭刮取組織到培養基，對自交親和之紫百香果品系及不親和品種 *P. alata* 可促進花粉發芽，對不親和品種 *P. caerulea* 則抑制其發芽，然而同一品系單株之結果也不一致。總之，添加柱頭或花柱組織萃取物對百香果花粉發芽與其自交不親和性的關係，目前尚無一致的結論。造成試驗結果分歧的原因，可能是(1)在萃取液液體的過程，促進或抑制花粉發芽之物質受到氧化、崩解或不活化。(2)添加組織萃取液到培養基，稀釋了促進或抑制花粉發芽物質的濃度，而影響其作用之效果，且各品系有作用之濃度可能也不同。(3)促進或抑制花粉發芽之物質可能只存在柱頭或花柱某些特化的細胞或區域才有作用。(4)促進或抑制花粉發芽之物質可能伴隨著花粉粘著在柱頭引發的一連串物理，化學反應才有作用，而活體外發芽試驗不及以模擬此反應。(5)促進或抑制花粉發芽之物質，不存在其組織之萃取液，其詳細原因有待進一步研究。

另經由顯微鏡下，實際觀察的結果顯示處理組之花粉管長度均較對照組短，有些呈現花粉管扭曲、破裂或胞質滲漏的現象。添加柱頭或花柱組織萃取液到培養基，改變培養基之滲透壓，或者是萃取液中之無機離子、isozyme 等物質，均有可能造成花粉管生長受阻畸形的現象。總之，體外培養基發芽法簡單易行，且頗能代表花粉在生體內的活力，然而

因對花粉發芽因子未盡了解，有些作物的花粉，在人工培養基無法發芽或發芽率低，難發芽的花粉可能不易由此法獲得正確活力表現。體內發芽測定法雖是直接可信的檢定法，卻無法提供隨時檢定之需要，同時亦受不親和性問題的干擾而影響活力檢定之研判。考慮試驗之正確性與操作簡易性時，可以以體內花粉發芽測定法及體外花粉發芽測定法做為平日花粉活力測定的依據，因此，單就花粉體外發芽的結果，並不能代表花粉真正發芽的情形，必須再配合體內花粉發芽試驗，才較具代表性(李, 1987)。

參 考 文 獻

- 李金龍。1987。園藝作物花粉活力測定與貯藏之研究。科學農業 35:347-356。
- 李紅曦。1988。百香果及相關種花粉活力檢定與貯藏壽命之研究。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文。
- 李紅曦、許圳塗、李金龍。1989。聚乙二醇醇對百香果花粉體外發芽之影響。中國園藝 35:121-130。
- 許圳塗、何婉芬。1985。百香果柱頭形態及親和特性。中國園藝 31:33-39。
- 張振宙。1974。黃百香果(原百西番果)在台灣開花不實原因之研究。台灣農業 10:37-79。
- 張振宙。1979。百香果。豐年 29(19):21-23。
- 張清安。1988。本省百香果栽培之過去、現在與未來之展望。啟農 56:23-29。
- 張育森、鄭正勇。1988。百香果開花習性之研究。中國園藝 34:271-282。
- 顏昌瑞、何婉芬、田永柔。1985。台灣百香果育種之展望。中國園藝 31:60-70。
- Brewbaker, J. L. and B. H. Kwack. 1963. The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. Amer. J. Bot. 50:859-865.
- Chiang, M. S. 1974. Cabbage pollen germination and longevity. Euphytica 23:579-584.
- Chou, M. C. and D. J. Harberd. 1970. Note on visual distinction of fluorescent callose of pollen tubes and of sieve tube in stylar tissue of *Brassica* and its allies. Euphytica 19:379-381.
- Ferrari, T. E. and D. H. Wallace. 1975. Germination of *Brassica* pollen and expression of incompatibility *in vitro*. Euphytica 24:757-765.
- Gilmartin, A. J. 1958. Post-fertilization seed and ovary development in *Passiflora edulis* Sims. Trop. Agr. Trin. 35:41-58.
- Hinata, K. and T. Nishio. 1978. S-allele specificity of stigma proteins in *Brassica oleracea* and *B. campestris*. Heredity 41:93-100.
- Ho, W. A. F. and C. T. Shii. 1986. Incompatibility system in passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). Acta Hort. 194:31-38.
- Kho, Y. O. and J. Bear. 1968. Observing pollen tubes by means of fluorescence. Euphytica

- 17:298-302.
- Knight, Jr. R. J. and H. F. Winters. 1962. Pollination and fruit set of yellow passion fruit in Southern Florida. Proc. Fla. Sta. Hort. Soc. 75:412-418.
- Martin, F. W. and H. Y. Nakasone. 1970. The edible species of *Passiflora*. Eco. Bot. 24:333-343.
- Nasrallah, J. B., T. H. Kao, M. L. Golfberg, and M. E. Nasrallah. 1985a. A cDNA clone encoding an S-locus-specific glycoprotein from *Brassica oleracea*. Nature 318:263-263-267.
- Nishida, T. 1954. Entomological problems of the passion fruit. Hawaii Farm Sci. 3(1):1.3.7.
- Payan, F. R. and F. W. Martin. 1975. Barriers to the hybridization of *Passiflora* species. Euphytica 24:709-716.
- Smith, P. M. 1976. Minor crops: passion fruit. In: Evolution of crop plants. Simmonds, N. W. (ed.) pp:319. Longman Inc., New York.
- Subbaiah, C. C. 1984. A polyethylene glycol based medium for in vitro germination of cashew pollen. Can. J. Bot. 62:2473-2475.
- Tomer, E. and M. Gottreich. 1975. Observations on the fertilization in avocado with fluorescent light. Euphytica 24:531-535.

Studies on Self-incompatibility and Pollen Germination in Passion Fruit (*Passiflora edulis* Sims)

Chung-Ming Cho ¹⁾ Chou-Tou Shii ²⁾ Menq-Jiau Tseng ³⁾

Key words: Passion fruit, Self-incompatibility, Stigma, Style, Pollen germination

Summary

The roles of stigma and style in the self-incompatibility of passion fruit were studied through *in vivo* and *in vitro* assay. Four selected passion fruit lines, No.52, 88, 37, and 97, were self-pollinated and observed under fluorescence microscope. The results indicated that strongly papillate arrest of probing tubes at the day of anthesis was founded in the lines 52, 88, and 37, but showed loose arrest or non-arrest of pollen tubes at the day one and two before flowering. The penetrating tubes could be detected in conducting tissue but varying in number and length. The line 97 appeared highly compatible at one day before anthesis, but partially compatible during blooming.

Addition of extracts from stigmatic tissue of 4 lines at anthesis showed higher inhibition of pollen growth than those of from stylar tissue. Significantly decreased in the percentage of pollen germination was found in the pistil extracts of line 97 and 88 collected from two day before flowering. The other younger stages of extracts appeared non-significant effect on pollen germination. The addition of extracts either stigma or style was pronouncedly modified the germination behavior such as present of short, twist pollen tubes or leakage reflecting the complexity of extract components.

1) Assistant Professor, Department of Landscape Architecture, ChungChou Institute of Technology.

2) Professor, Department of Horticulture, National Taiwan University.

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

不同根域溫度及鈣濃度處理對胡瓜‘夏笛’ 植株鉀、鈣及鎂含量之影響

蓋 玉 恬¹⁾

關鍵字：胡瓜、根域環境、鈣濃度

摘要：本研究利用銀黑色 PE 布覆蓋介質及冷氣控制根溫配合養液鈣濃度 70 ppm 及 140 ppm 栽培胡瓜‘夏笛’以探討不同根溫及鈣濃度處理對胡瓜植株鈣含量之影響。各根域環境處理之上位葉及下位葉鈣含量，均以鈣濃度 140 ppm 處理高於鈣濃度 70 ppm 處理。處理 42 天後，覆蓋及鈣濃度 140 ppm 處理之上位葉鈣含量為 2.8%，顯著高於其他處理，而無覆蓋及鈣濃度 70 ppm 處理之上位葉鈣含量 1.3% 則為各處理間最低者，控制根溫處理將養液鈣濃度降低為 70 ppm。比較各處理滲出液中鈣含量的差異發現，覆蓋及鈣濃度 140 ppm 處理之滲出液鈣含量於三次調查中均顯著高於其他處理。處理 42 天後，無覆蓋及鈣濃度 70 ppm 處理組之滲出液中鈣濃度較以鈣濃度 140ppm 處理組減少 44 ppm，較根溫控制處理亦減少 15 ppm。顯示控制根溫處理及覆蓋處理，似乎可增加根系對鈣的吸收，並有利於鈣的運移使胡瓜上位葉之鈣含量增加。

前 言

胡瓜(*Cucumis sativus* L.)屬於葫蘆科胡瓜屬，為一年生蔓性草本植物，原產於印度喜馬拉雅山南麓，為台灣重要果菜之一。台灣地區利用簡易塑膠溫室配合無土介質養液栽培技術生產胡瓜，可避免夏季多雨環境病蟲害大量發生，及土壤含水過高等不利因素導致之產量及品質下降，但夏季塑膠遮雨棚內溫度較高，夜溫的下降亦較露地緩慢，導致蒸發量增大。養液栽培如管理不善，容易發生作物營養失調之生理障礙，尤其在配製培養液時，使含磷或高鈣成分之肥料產生沈澱，影響養液成分與濃度，造成元素不平衡，進而影響栽培之作物發育等(王，1988)。由於栽培者大多給予較高濃度之養液，高溫下出現的元素缺乏症狀並非起因於供應量不足，而是各元素間造成之拮抗作用(王，2004；王與吳，2000)。

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生，通訊作者。

高溫環境下栽培胡瓜，常遇到植株生長停滯，以及植株養分失調，使胡瓜之產量及品質受損，導致農民收益減少(繆等，2000；孟等，2004；張，2004；繆等，2005；梁等，2006)。本試驗利用山崎養液胡瓜配方為基礎(control)，在不同鈣濃度處理下探討不同根域溫度及養液中鈣濃度對於胡瓜‘夏笛’植株鈣離子吸收與運移以及生理功能之影響，期能提供夏季胡瓜養液栽培管理之參考。

材 料 與 方 法

一、育苗與定植

(一) 育苗

本試驗以胡瓜‘夏笛’作為植物材料，種子以 50 °C 溫湯浸種並添加免賴得(億力)2000 倍浸泡 15 分鐘，之後置於 30 °C 黑暗之恆溫生長箱催芽，待胚根凸出種皮後於 2006 年 6 月 2 日播種於裝填 Florafleur 001H 介質之 128 格穴盤育苗。

(二) 定植

胡瓜幼苗於 6 月 12 日定植於寬 30 公分深 15 公分之栽植槽，槽內填充以泥炭：椰纖：木屑：稻殼=2：1：2：1(v/v)充份混合之介質，泥炭苔為芬蘭凱吉拉(Kekkilä)公司所生產，酸鹼度經調整為 7.0；稻殼取材自台中縣大里市農會，為 92 年第一期稻作；椰纖購買自帛鑫國際有限公司，商品名為根呼吸(Coifibre)，其 pH 值在 5.8~6.4 之間，EC 值 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，纖維長度為 0.1 至 2 cm，纖維寬度約 0.16 cm，通氣性 12.8%，保水率 67.2%，包裝前經發酵與殺菌處理；木屑取自台中縣霧峰鄉戴養菌場，為未經栽培但經濕潤堆置 4 個月之闊葉樹木屑。胡瓜幼苗定植後給予 1/2 強度之完全的山崎氏養液，自 6 月 18 日(約為本葉五片完全展開)開始給予不同肥料及溫度處理。滴灌頻率初期為每天 15 次，每次 3 分鐘，每一滴管流量約 45 ml/min，並隨植株生育所需調整灌溉頻率與灌溉時間。植株採單幹整枝，不留子蔓，以尼龍繩供其攀附，生長至 25 節摘心。

二、根域溫度及肥料處理

(一) 根域溫度

1. 介質無覆蓋處理：栽植槽無覆蓋。
2. 介質覆蓋處理：栽植槽表面及兩側以銀黑色 PE 布覆蓋。
3. 根溫控制處理：栽植槽置於厚度為 4 cm 之保麗龍箱中，保麗龍箱加蓋並切開一 4cm² 之方型開口，使植株地上部順利生長，底部切割做為養液滲漏之用。箱內以冷氣控制溫度在 26 °C，冷氣開機時間為每日之 6 點，關機時間設定為 18 點，出風口位於保麗龍箱之兩側。利用 Datalogger SK-L200TH(SATO KEIRYOKI MGF. CO., Ltd, Japan)溫度記錄器紀錄氣溫及冷氣處理之介質溫度，自溫度處理開始至調查結束，每 30 分鐘記錄一次。

(二) 養液鈣濃度處理

1. 全量鈣肥處理：採用山崎氏胡瓜養液配方作為養液成分為每 10000 L 含 610 g 硝酸鉀、830 g 硝酸鈣、500 g 硝酸鎂、120 g 第一磷酸銨、20 g EDTA-Fe、2 g H_3BO_3 、2 g $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 、0.22 g $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、0.05 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 和 0.02 g $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。換算養液中鈣濃度為 140 ppm。
2. 半量鈣肥處理：本處理將硝酸鈣添加量減半為 415 g，使實際鈣濃度減為 70 ppm 外，其他原素含量均與處理 1 相同。惟另外添加硝酸銨 200 g 以補足因降低硝酸鈣添加量而減少之總氮量。

三、調查項目與分析方法

溫度及養液鈣濃度處理後 14 天、28 天及 42 天進行破壞性調查。將葉片和莖(含葉柄)分開，以最下位之三節為一組作為下位，頂芽以下之三節作為上位，分開洗滌後烘乾、秤重並磨粉做為營養分析之材料。

(一) 樣品採集與準備

葉片與莖：先以自來水洗去塵土，再以 1 %HCl 涮洗，然後以去離子水沖洗三次，瀝乾水分後裝入牛皮紙帶，置於烘箱中，先以 100 °C 1 小時殺菁，再以 70 °C 至少持續 48 小時，直到樣品重量不再減少為止。分析前先將樣品磨粉，精稱 0.5 g 樣品置於坩堝中，置入灰化爐，以 200 °C 加溫 2 小時，繼以 400 °C 加溫 1 小時，最後 550 °C 加溫 2 小時使完全灰化。樣品冷卻後，加入 5 ml 2N HCl(Merk)以去離子水將坩堝樣品洗下，經 Wateman NO.42 濾紙於漏斗上過濾並定量至 25 ml，裝入塑膠瓶中保存備用。

(二) 植株營養元素之測定方法

1. 鈣：取 0.1 ml 濾液，加 3.9 ml 去離子水及 1 ml 5%氧化鑷(Lanthanum oxide)，混合均勻後，以原子吸收光譜儀(Varian 20 Techtron atomic absorption spectrophotometer)測定之。
2. 鉀、鎂：取 0.1 ml 濾液，加 3.9 ml 去離子水稀釋 40 倍後，混合均勻後，以原子吸收光譜儀(Varian 20 Techtron atomic absorption spectrophotometer)測定鎂的濃度。以同型儀器改用原子發散光譜(Atomic emission spectrum)測定鉀濃度。
3. 水溶性鈣含量測定：取磨粉後之樣品 0.2 g，置於 50 ml 離心管中加入去離子水 10 ml 充份混合後震盪 1 小時，以 12000 xg 離心 5 分鐘，取濾液 0.1 ml，加 3.9 ml 去離子水及 1 ml 5%氧化鑷(Lanthanum oxide)，混合均勻後，以原子吸收光譜儀(Varian 20 Techtron atomic absorption spectrophotometer)測定鈣濃度。

四、滲出液之收集與元素分析

自子葉下方切除地上部，利用塑膠軟管收集滲出液，並以石蠟膜密封連結處避免滲漏，收集 3 小時；取滲出液 0.1 ml，加 3.9 ml 去離子水及 1 ml 5%氧化鑷(Lanthanum oxide)，混合均勻後，以原子吸收光譜儀(Varian 20 Techtron atomic absorption spectrophotometer)測定鈣濃度，單位為 ppm。

五、試驗設計與數據分析方法

試驗採完全隨機設計(Completely Randomized Design, CRD)。每處理五重複。調查所得數據以 ANOVA 進行變方分析(analysis of variance)($\alpha=0.05$)，以 Fisher's LSD 進行各處理間平均值之比較。

結 果

一、植株元素分析

為了解不同根域溫度及鈣濃度處理對植株不同部位鉀、鈣及鎂含量之影響，將不同部位分別灰化分析其元素含量。處理 14 天後，覆蓋及鈣濃度 140 ppm 處理之下位葉鉀含量 3.89% 顯著高於其他處理；根溫控制及鈣濃度 140 ppm 處理之下位葉鈣含量為 6.50%，為各處理最高(表 1)。上位葉中的鉀含量以根溫控制及鈣濃度 70 ppm 處理組之 2.76% 顯著低於其他處理；上位葉中鈣含量以根溫控制及鈣濃度 140 ppm 處理之 2.31% 顯著高於其他處理；上位葉中鎂含量以根溫控制及鈣濃度 140 ppm 處理 0.86% 顯著高於其他處理(表 1)。處理 28 天後，下位葉中的鉀濃度以無覆蓋及鈣濃度 140 ppm 處理之 4.68% 和根溫控制及鈣濃度 140 ppm 處理之 4.61% 顯著高於其他處理；下位葉鈣濃度含量以覆蓋及鈣濃度 140 ppm 處理和根溫控制及鈣濃度 140 ppm 處理之 7.14% 及 7.46%，顯著高於其他處理；下位葉中鎂含量以根溫控制及鈣濃度 140 ppm 處理之 2.05%，顯著高於其他處理；上位葉鈣含量以根溫控制及鈣濃度 140 ppm 處理之 2.50% 最高；上位葉中的鎂含量則以根溫控制鈣濃度 140 ppm 處理之 0.86% 最高，而覆蓋及鈣濃度 70 ppm 處理和根溫控制及鈣濃度 70 ppm 處理則為各處理間顯著較低者(表 1)。

處理 42 天後，下位葉鈣含量以覆蓋及鈣濃度 140 ppm 處理之 5.5% 和根溫控制及鈣濃度 140 ppm 處理之 5.2% 顯著高於其他處理，無覆蓋及鈣濃度 70 ppm 處理之 2.7% 則為各處理間最低者；下位葉中的鎂含量以覆蓋及鈣濃度 140 ppm 處理 1.3% 最高；上位葉鈣含量以覆蓋及鈣濃度 140 ppm 處理 2.8% 最高，根溫控制鈣濃度 70 ppm 處理 1.3% 最低，上位葉中鎂含量以根溫控制及鈣濃度 70 ppm 處理 0.6% 顯著低於其他處理(表 1)。下位葉中鉀鈣比值隨處理天數增加而增加，鈣濃度 70 ppm 處理之鉀/鈣比值略高於 140 ppm 處理；比較鈣濃度 70 ppm 處理之 K/Ca 值，處理初期，根溫控制 70 ppm 處理之上位葉及上位莖中 K/Ca 值顯著低於其他 70 ppm 處理(表 2)。

表 1. 不同根域環境及鈣濃度處理對胡瓜‘夏笛’上位葉及下位葉中鉀、鈣及鎂含量之影響。
Table 1. Effects of different root temperature and Ca concentration treatments on K, Ca, and Mg contents in upper and lower leaf of cucumber ‘Hsia Di’ in soilless culture.

根域環境及鈣濃度		下位葉			上位葉		
		鉀 (%)	鈣 (%)	鎂 (%)	鉀 (%)	鈣 (%)	鎂 (%)
14 天							
無覆蓋	140 ppm	3.3	5.8	1.3	4.5	1.8	0.6
	70 ppm	2.7	5.3	1.5	3.9	1.3	0.5
覆蓋	140 ppm	3.9	6.1	1.4	4.8	2.0	0.5
	70 ppm	3.1	5.2	1.3	3.9	1.6	0.6
根溫控制	140pm	3.3	6.5	1.6	4.3	2.3	0.9
	70 ppm	2.6	5.2	1.5	2.8	1.2	0.5
LSD _{0.05}		0.5	0.8	0.3	0.6	0.4	0.2
28 天							
無覆蓋	140 ppm	4.7	6.0	1.4	3.9	2.1	0.7
	70 ppm	3.1	5.8	1.6	3.5	1.7	0.8
覆蓋	140 ppm	4.0	7.1	1.8	4.2	2.1	0.7
	70 ppm	3.4	5.7	1.6	3.2	1.6	0.7
根溫控制	140pm	4.6	7.5	2.1	4.2	2.5	0.9
	70 ppm	3.5	5.1	1.4	2.5	1.8	0.7
LSD _{0.05}		0.8	1.0	0.4	1.0	0.5	0.1
42 天							
無覆蓋	140 ppm	5.4	4.9	1.3	3.9	2.0	0.8
	70 ppm	4.2	3.7	1.1	2.9	1.3	0.8
覆蓋	140 ppm	5.9	5.5	1.3	4.4	2.8	0.9
	70 ppm	4.5	4.1	1.1	3.6	2.1	0.9
根溫控制	140pm	5.8	5.2	1.2	4.7	2.4	0.9
	70 ppm	4.6	2.7	0.7	3.2	1.9	0.6
LSD _{0.05}		1.4	0.8	0.2	1.0	0.7	0.2

表 2. 不同根域環境及鈣濃度處理對胡瓜‘夏笛’上位葉及下位葉中鉀/鈣比值之影響。
Table 2. Effect of different root temperature and Ca concentration treatments on K/Ca ratio of upper and lower leaves of cucumber ‘Hsia Di’ in soilless culture.

根域環境及鈣濃度		處理 14 天		處理 28 天		處理 42 天	
		下位葉	上位葉	下位葉	上位葉	下位葉	上位葉
		Lower leaf	Upper leaf	Lower leaf	Upper leaf	Lower leaf	Upper leaf
		K/Ca	K/Ca	K/Ca	K/Ca	K/Ca	K/Ca
無覆蓋	140 ppm	0.57	2.59	0.79	2.25	1.12	1.97
	70 ppm	0.51	3.06	0.54	1.72	1.15	1.57
覆蓋	140 ppm	0.38	2.40	0.55	2.12	1.10	1.68
	70 ppm	0.60	2.47	0.62	2.03	1.12	1.77
根溫控制	140pm	0.51	1.86	0.62	1.69	1.11	2.08
	70 ppm	0.50	2.32	0.71	1.42	1.69	2.47
LSD _{0.05}		0.12	0.69	0.21	0.58	0.44	0.73

二、滲出液中鈣含量分析

滲出液中元素含量可以顯示根系對此元素吸收之能力，處理 14、28 及 42 天後，滲出液中的鈣含量均以覆蓋及鈣濃度 140 ppm 處理最高，處理 28 及 42 天後，無覆蓋及鈣濃度 70 ppm 處理之滲出液中的鈣含量均為最低。處理 14 天後，無覆蓋及鈣濃度 140 ppm 處理下位葉中水溶性鈣含量為 1.50%，顯著高於根溫控制及鈣濃度 140 ppm 處理之 0.92%。處理 28 天後，無覆蓋及鈣濃度 140 ppm 處理之下位葉中水溶性鈣含量 1.28% 為各處理中最低；處理 42 天後，下位葉可溶性鈣含量以根溫控制及鈣濃度 140 ppm 處理之 1.81% 為最高，根溫控制及鈣濃度 70 ppm 處理之 0.84% 最低(表 3)。

三、水溶性鈣含量分析

處理 14 天後，根溫控制鈣濃度 140 ppm 處理上位葉中水溶性鈣含量 0.83%，為各處理間最高，處理 28 天後，覆蓋及鈣濃度 140 ppm 處理與根溫控制及鈣濃度 140 ppm 處理之上位葉水溶性鈣含量分別為 0.97% 及 0.96%，顯著高於其他處理；處理 42 天後，根溫控制及鈣濃度 70 ppm 處理之上位葉水溶性鈣含量為 0.54% 顯著低於其他處理(圖 1)。

表 3. 不同根域環境及鈣濃度處理對胡瓜‘夏笛’木質部滲出液中鈣含量之影響

Table 3. Effect of different root temperature and Ca concentration treatments on Ca concentration in xylem exudates of cucumber ‘Hsia Di’ in soilless culture.

根域環境及鈣濃度		處理 14 天	處理 28 天	處理 42 天
		Ca (ppm)		
無覆蓋	140ppm	369.3	342.8	172.5
	70ppm	335.7	260.3	128.5
覆蓋	140ppm	441.7	379.7	299.2
	70ppm	305.2	308.8	210.0
根溫控制	140ppm	373.8	325.5	249.8
	70ppm	276.2	311.8	235.3
LSD _{0.05}		105.9	108.7	70.2

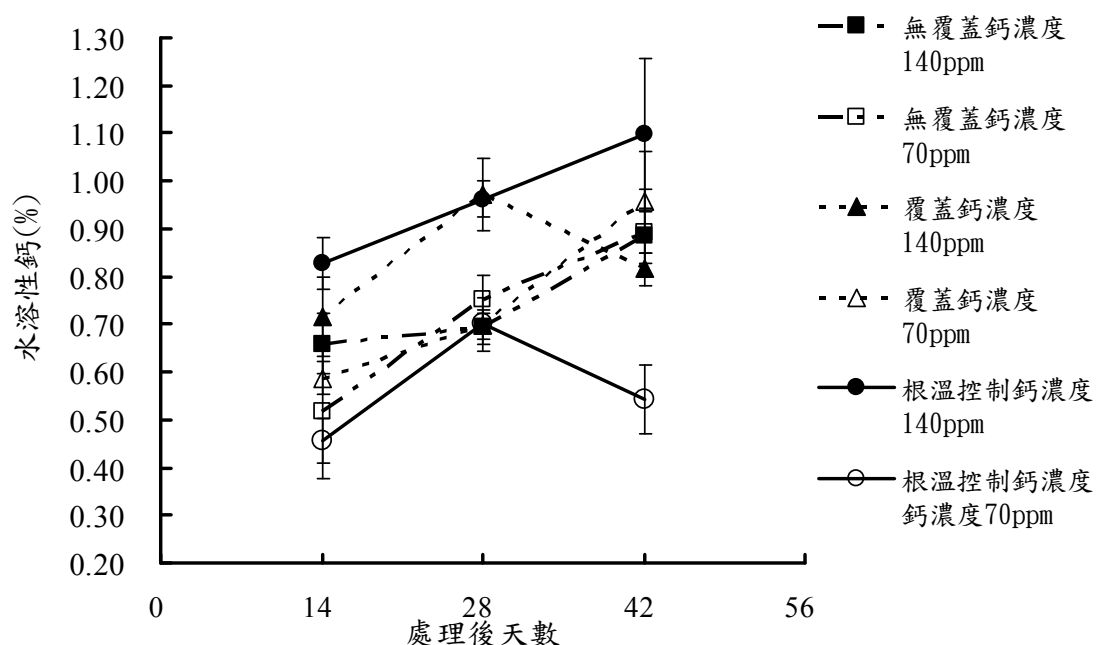


圖 1. 不同根域環境及鈣濃度處理對胡瓜‘夏笛’對上位葉水溶性鈣之影響

Fig 1. Effect of different root temperature and Ca concentration treatments on water soluble Ca contents in upper leaves of cucumber ‘Hsia Di’ in soilless culture.

討 論

Wang 和 Tachibana(1996)研究指出氣/根溫組合為 37/26 °C 時上位葉鈣含量顯著高於 37/37、26/37 及 26/26 °C 處理。對照本試驗，隨栽培時間之增加，上位葉中鈣含量以覆蓋處理及根溫控制處理較高，顯示此根域環境對於高溫下胡瓜植株離子運移似乎較為有利(表 1)；Nakaya 等(1995)對番茄的研究發現養液中 K/Ca 值影響番茄鈣吸收，當養液中 K/Ca 比值升高至 2.0 時番茄尻腐病發生率增加，且鈣離子吸收顯著減少，本試驗鈣濃度 70 ppm 處理養液中 K/Ca 比值的增加，似乎亦為造成此處理胡瓜根系鈣離子吸收減少的原因之一。Forster 和 Mengel(1969)研究大麥的缺鉀處理，發現其根系與地上部鈣、鎂、鈉含量均較對照組高；游(2003)研究“七星”絲瓜在缺鈣狀態下鉀/鈣、鎂/鈣比值均高於鈣充足時；本試驗養液中鉀含量不變，比較各處理間鈣濃度 70 ppm 處理之鉀/鈣比值，處理初期，根溫控制 70 ppm 處理之上位葉及上位莖中鉀/鈣比值顯著低於其他 70 ppm 處理，然而處理 42 天後其上位葉中鉀/鈣比值卻較高，也就是生育後期植株對於鈣離子的吸收比例減少，或並未運移至上位葉中，使鉀離子吸收比例增加，以平衡植株內正負電荷差異(表 2)。木質液中的鈣濃度受根圈外鈣濃度影響甚鉅，木質液中鈣濃度介於 300 μM 至 16.5 mM(De Silva *et al.*, 1998, White and Broadley, 2003)；Tachibana(1989)研究發現，胡瓜滲出液中鈣濃度和土壤中鈣含量成正相關。本試驗鈣濃度 140 ppm 處理之滲出液中 Ca^{2+} 含量確實高於 70 ppm 處理，進而影響地上部鈣含量；處理 42 天無覆蓋及鈣濃度 70 ppm 處理之滲出液中 Ca^{2+} 含量顯著較低，且其上位葉中鈣含量亦低於其他處理，可發現根系對鈣離子的吸收能力減弱，或鈣離子運移的能力下降；鈣濃度 70 ppm 處理均顯著影響各處理間滲出液中的鈣含量，但根溫控制處理即使降低養液中的鈣濃度至 70 ppm，滲出液中鈣含量並未顯著減少，較低的根溫似乎可增加根系對鈣離子的吸收及運移(表 3)。學者研究番茄不同部位不同形式鈣之含量，果膠酸鈣之溶媒為 NaCl，植株中鈣和果膠酸結合，可強化細胞壁但並不移動，果實肥大期間生理作用旺盛，為促進鈣的移動，番茄植株內水可溶性鈣及鹽酸可溶性鈣相對增加(陳，1978)。因此，測量各部位之水溶性鈣含量可了解在不同處理下胡瓜植株內鈣的移動能力。根據表 1，處理 42 天上位葉的鈣含量以覆蓋及鈣濃度 140 ppm 處理與根溫控制及鈣濃度 140 ppm 處理兩組顯著較高，這兩個處理之下位葉水溶性鈣含量亦顯著高於其它處理，顯示此二處理鈣離子運移的能力似乎較佳(圖 1)，對照 Matsumoto 和 Teraoka (1980)對胡瓜的觀察也發現，缺鈣處理之胡瓜新葉水溶性鈣含量較低；Hohjo 等(1995)觀察改變養液之氮型態及鈣含量對番茄的影響發現，當總氮含量不變 $\text{NO}_3:\text{NH}_4$ 從 10:0 變成 8:2 時，尻腐病發生率提高，葉片中鈣含量則降低，Shear(1975)對番茄的研究亦發現礦物元素種類影響鈣的吸收，影響程度為 $\text{NH}_4^+ > \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+$ ；本試驗為維持養液中總氮量相同，70 ppm 處理中加入硝酸銨，可能因此影響胡瓜對鈣離子的吸收能力。

參考文獻

- 王銀波。1988。養液栽培之肥料與管理。沈再發，許森森主編。養液栽培技術講習會專刊第一輯。行政院農業委員會。pp.59-69。
- 王銀波、吳正宗。2000。肥料過量施用引發之環境問題。農業世界。202：12-18。
- 孟令波、李淑敏。2003。高溫脅迫對黃瓜生理、生化過程的影響。哈爾濱學院學報。24(10)：121-125。
- 陳文孝。1978。番茄開花結時期間鈣營養之生理特性。中國園。24 (4)：157-167。
- 梁肇均、林毓娥、黃河勛。2006。黃瓜的高溫傷害及耐熱性研究進展。廣東農業科學報。01：21-23。
- 游雯蓉。2003。瓜類植株鈣之吸收與運移。國立中興大學園藝學系碩士論文。
- 繆旻珉、張玉華、蔣業華、薛林寶。2005。黃瓜耐熱性與其葉片根系和花粉性狀關係的研究。揚州大學學報(農業與生命科學版)。26(2): 83-85。
- DeSilva, D. L. R., A. M. Hetherington, and T. A. Mansfield. 1998. The regulation of apoplastic calcium in relation to intracellular signaling in stomatal guard cells. *Z. Pflanzenernähr. Bodenkd.* 161:533-539.
- Forster, H. and K. Mengel. 1969. The effect of a short term interruption in the K supply during the early stage on yield formation, mineral content and soluble amino acid content. *Z. Acker-u. Pflanzenbau.* 130:203-213.
- Hohjo, M., C. Kuwata, K. Yoshikawa, and T. Ito. 1995. Effect of nitrogen form, nutrient concentration and Ca concentration on the growth, yield and fruit quality in NFT-tomato plant. *Acta. Hort.* 396:145-1522.
- Matsumoto, I. and K. Teraoka. 1980. Cumulation of sugars in cucumber leaves during calcium starvation. *Plant Cell Physiol.* 21(8): 1505-1513.
- Nakaya, A., K. Goto, and H. Jang. 1995. Effect of K/Ca ratio in the nutrient solution on incidence of blossom-end rot and gold specks of tomato fruit grow in rockwool. *Acta Hort.* 396:123-130.
- Shear, C. B. 1975. Calcium-related disorders of fruits and vegetables. *HortSci.* 10(4):361-365.
- Tachibana, S. 1989. Respiratory response of detached roots to lower temperature in cucumber and figleaf gourd grown at 20°C root temperature. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 58(2):333-337.
- Wang, Y. H. and S. Tachibana. 1995. Growth and mineral nutrition of cucumber seedling as affected by elevated air and root-zone temperatures. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 64(4):845-852.
- White, P. J. and M. R. Broadley. 2003. Calcium in plants. *Ann. Bot.* 92:487-511.

附 錄

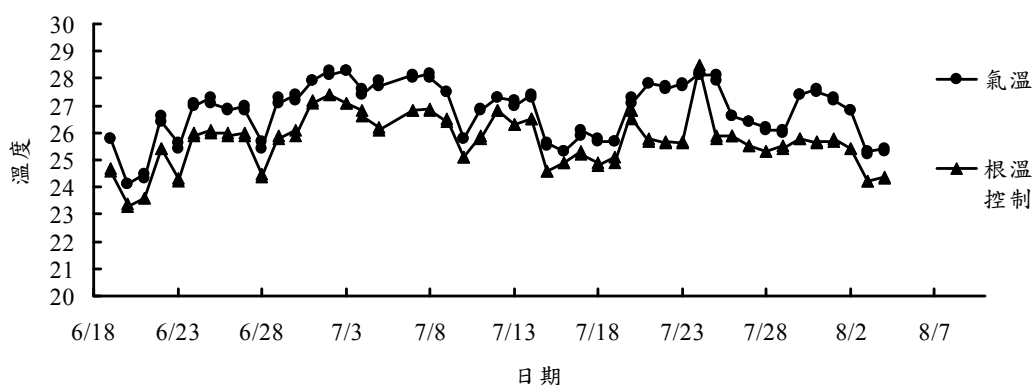


圖 2. 冷氣控制根溫處理組於栽培期間每日午夜 0:00 之根溫及氣溫變化紀錄

Fig 2. The daily record of root and air temperature of air conditioner controlled treatments during the midnight at 0:00.

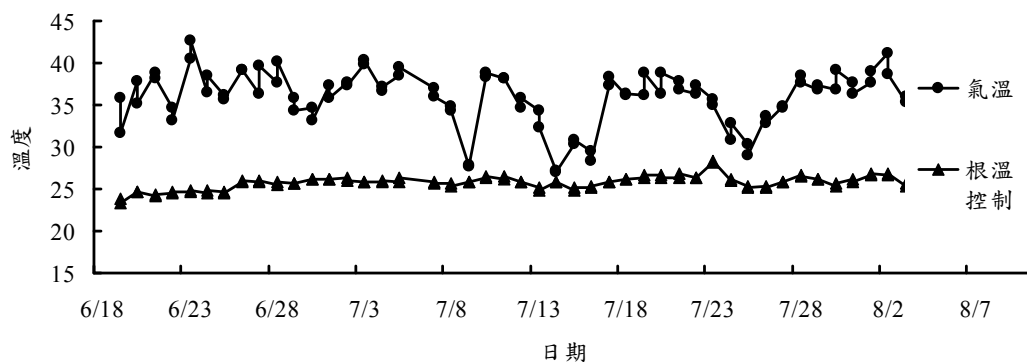


圖 3. 冷氣控制根溫處理組於栽培期間每日午間 12:00 之根溫及氣溫變化紀錄

Fig 3. The daily record of root and air temperature of air conditioner controlled treatments during the noon time at 12:00.

Effect of Temperature and Calcium Concentration Treatments on Element Absorption of Cucumber 'Hsia Di' in Soilless Culture.

Yu-Tien Ko ¹⁾

Key words: cucumber, root environment, calcium contents

Summary

Experiments were conducted to study the effects of medium mulching with PE film and root temperature control at 26 °C by air conditioner and different calcium concentration at 140 and 70 ppm in Yamasaki's nutrition formulation on growth and physiological response of cucumber 'Hsia Di' (*Cucumis sativus* L.) grown in soilless culture. The calcium contents of upper and lower leaves of Ca concentration 140 ppm treatment were higher than 70 ppm treatment in every root temperature treatments. The Ca contents of upper leaves of mulching with Ca concentration 140 ppm treatment was 2.8% significant higher than other treatment after 42 days. Under root temperature control at 26 °C, the Ca contents in xylem exudates were little affected by lowering the Ca concentration from 140 ppm to 70 ppm after 42 days treatment. However, those of plants in un-mulched and mulched media decreased 44 ppm and 89 ppm, respectively, when the Ca concentration supply were decreased from 140 ppm to 70 ppm. It is postulated that the control of root temperature at 26 °C and mulching of media enhanced the calcium absorption by roots and the translocation of Ca to upper parts than non-mulching treatments.

1) Graduate student in MS. program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University. Corresponding author.

Seed Vigor Tests for 'Autumn King' Cabbage Seeds

Nan Kyi Yin ¹⁾ Yu Sung ²⁾

Key words: Cabbage seed, Vigor test, Leachate, Germination

Summary

In this study using vigor tests carried out on 'Autumn King' cabbage to assess seed vigor ability. The germination performance decreased significantly with increasing aging time. The electrical conductivity of the seed leachate and the levels of soluble carbohydrate, free amino acid, and potassium ion in the leachate from aged seeds were about double that of control seeds. The carbon dioxide of control seed produced 1.2 and 2.7 fold more than that of seed aged 36 h and 48 h, respectively. The dehydrogenase activity of control seed was significantly higher than that of aged seed. In the tetrazolium test, stained seeds were separated into five classes. The seeds number in class I of control seed was higher than aged seed. The sinapine fluorescent of control, aged and dead seeds was present under UV, while seeds were imbibed. The simplest and non-destructive vigor testing method was sinapine fluorescent detection.

Introduction

Seed vigor represents the potential level of activity and performance of the seed during germination and emergence. The seed vigor test is standard to provide information on the planting value of the seeds under a wide range of environments and/or the storage potential of seed lots (Hampton and TeKrony, 1995). There are currently many methods available for testing the vigor of *Brassica* seeds.

Accelerated aging at 42°C for different periods of time was found to result in canola (Elias and Copeland, 1997), soybean (Vieira *et al.*, 1999), and pigeonpea (Kalpana and Madhava Rao,

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

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

1995) seed of varying quality levels. This is related to the cellular membrane integrity of seeds (AOSA, 1983). Poor membrane structure and leaky cells are usually associated with seed deterioration and low vigor seed.

The solutes leaked from seeds of various plant species include free amino acids (Harman and Granett, 1972), proteins (McKersie and Stinson, 1980), sugars (Takayanagi and Murakami, 1969), the conductivity of electrolytes (Anon, 1983), and phenolics (Samad and Pearce, 1978). Hill *et al.* (1988) found that viable seeds of 'King Cole' cabbage had the lowest conductivity value and that heat-killed seeds had the highest value. The amount of K⁺ increased significantly as the aging time increased (Edward and Orrin, 1980). Sinapine, the major aromatic choline ester of *Brassica* seeds, is present in both viable and non-viable cabbage seed, but the leakage of sinapine during germination is observed only from non-viable seeds (Taylor *et al.*, 1988). This compound is fluorescent under UV light (Tzagoloff, 1963). Tang and Song (1999) found that sinapine leakage was higher in low-vigor Chinese cabbage seeds than in high-vigor ones.

Respiration is disturbed in seeds with reduced viability and vigor (Bewley and Black, 1994). The respiration rate during seed imbibition can be significantly correlated with germination rates, seedling growth, field emergence, and crop yield (Carver and Matthews, 1975; Hall and Wiesner, 1990; Woodstock and Grabe, 1967). Tetrazolium is a vital stain based on oxidation-reduction and widely used for estimating seed viability (ISTA, 1985). The intensity and stained position of the coloration were directly correlated with the potential level of seed vigor. The objective of this study was to determine the appropriate vigor testing method for 'Autumn King' cabbage seeds.

Materials and Methods

Acceleration ageing test

Cabbage cv. 'Autumn King' seeds were artificially aged at 42°C and 100% RH for 36 and 48 h, respectively, in a plastic box (32 × 22 × 12 cm³). The seeds were then removed from the box and dried at room temperature until its original seed moisture content was reached. These seeds were used for germination and emergence test.

Germination test

Each treatment consisted of three replications, and each replication consisted of a petri dish containing 20 seeds on a single layer of moistened (1 ml distilled water) 55 mm thick filter paper (Advantec No.1). The petrishes were placed at 25°C in the dark. Germination was considered to have occurred when the radicle protruded more than 2 mm. The number of the

germinated seed was counted daily for 10 days. The final germination percentage (G) and the mean days to germination (MDG) were calculated using the following formulae:

$$G (\%) = (\Sigma GN_i / GN) \times 100$$

$$MDG = \Sigma(i \times GN_i) / \Sigma GN_i$$

Where: GN_i = the number of seeds germinating on day i

GN = the number of seeds tested

$i = 1, 2, 3, \dots, n$; where n = the last day of the test

Emergence test

Emergence tests were conducted at 25°C in a growth chamber. Each test consisted of three replications, with each replication consisting of 20 seeds sown in approximately 1 cm deep medium (peat moss: vermiculite: perlite, 8:1:1) in a 128-cell plug tray. The number of the emerged seeds (when the hypocotyl breaks through the soil) was counted daily for 10 days. Data on the number of the normal and abnormal seedlings were collected on the last day of the experiment. The final emergence percentage (E), the mean days to emergence (MDE), and normal seedling percentage (NS) were calculated using following formulae.

$$E (\%) = (\Sigma EN_i / EN) \times 100$$

$$MDE = \Sigma(i \times EN_i) / \Sigma EN_i$$

$$NS (\%) = (\Sigma NS \times 100) / \Sigma EN_i$$

Where: EN_i = the number of seeds emergence on day i

EN = the number of seeds tested

$i = 1, 2, 3, \dots, n$; where n = the last day of the test

In accordance with the International Rules for Seed Testing (2003), the seedlings were evaluated as normal and abnormal. The characteristics of abnormal seedlings are the primary root is stunted, retarded, or missing, or it is trapped in the seed coat. The hypocotyls are bent over, forming a loop, or tightly twisted, forming a spiral. Compare with intact seedlings, the cotyledons are deformed, separated, missing, discolored, or necrotic, in more than 50% of the abnormal seedlings. The results were expressed as a percentage of the total number of seeds with the sum of the percentages of normal and abnormal seedlings and ungerminated seeds being 100.

Leachate analysis

A 0.5 g sample of dry seeds was put into a test tube (15 mm×105 mm) containing 5 ml of deionized water at 25°C for 19 h. The leachates were analyzed by the following items.

Electrical conductivity test

Three seeds were put in one plastic cell (2cm×2cm×1.5cm) containing 3 ml deionized water at 25°C. The electrical conductivity of the water was read with an electronics conductivity

meter (Suntex 170) at two hours intervals between 1 and 17 h of imbibition for 'CA49', 1 and 19 h for '228', and 1 and 25 h for 'Autumn King'. Each treatment consisted of three replications, with ten samplings for each replication.

Free amino acids

The 0.4 ml of leachate was mixed with 1 ml of ninhydrin reagent (95 g KH_2PO_4 , 43 g NaHPO_4 , 5 g ninhydrin, 3 g fructose in 1 l distilled water) and allowed to stand in a 100°C water bath for 10 min. The solution was then cooled and mixed with 5 ml diluted color reagent (2 g KIO_3 in 600 ml distilled water mixed with 95% ethanol to a final volume of 1 l). Free amino acid content was measured by reading the absorbance at 570 nm using a UV-1201 (Shimadzu) spectrophotometer and comparing it to the standard curve for D,L-alanine (0–1 mM) (Rosen, 1957).

Soluble carbohydrate

The 0.3 ml of leachate was mixed with 1.7 ml of deionized water, 0.1 ml of liquid phenol, and 6 ml of concentrated sulfuric acid. The solution was shaken well and allowed to stand at room temperature for 30 min. Following which soluble carbohydrate content was measured by reading the absorbance of the solution at 490 nm using a UV-1201 (Shimadzu) spectrophotometer and comparing it to the standard curve for 0.5 $\mu\text{M}/\text{ml}$ D-glucose (Dubois *et al.*, 1956).

Potassium ion

The 0.5 ml of leachate was diluted with 4.5 ml of deionized water, and the potassium ion was measured using a Varian Techtron Atomic Absorption Spectrophotometer Model 1250.

Sinapine fluorescent method

Three replications of this experiment were carried out, with each replicate consisting of 20 seeds placed on a single layer of moistened (2 ml distilled water) 90 mm diameter filter paper (Advantec No.1) in a petri dish. Each seed was about 1 cm apart for an easier determination of fluorescence. The petri dishes were maintained at 25°C in the dark. Seeds on the filter papers were visually examined for fluorescent leakage and counted under UV light (330 nm) at two hours intervals for 24 h. The percentage of seeds that exhibited radicle emergence was recorded daily for the first 10 days (Lee *et al.*, 1997). Predicted germination and the sinapine leakage index were calculated using the following formulae.

$$\text{Predicted germination} = [1 - (f/n)] \times 100$$

$$\text{Sinapine leakage index (SLI)} = X_f / X_t$$

Where: f = the number of seeds that exhibited fluorescent leakage;

n = the number of seeds tested;

X_f = the number of non-germinable seeds exhibiting fluorescence;

X_t = the number of non-germinable seeds.

Tetrazolium chloride (TZ) staining test

Seeds were soaked in water for 4 h, then their testa were removed. Three replications of 20 seeds each were carried out. Seeds were transferred to a 0.5% TZ solution and incubated in the dark at 25°C for 8 h. At the end of the staining period, the seeds were washed by water, observed and grouped into five fractions.

Respiration rate

A 100 mg sample of seeds was allowed to imbibe for 19 h, then transferred to a conical flask and sealed for 2 h at room temperature. A 1 ml gas sample was then collected from each conical flask with a syringe. The CO₂ concentration in each sample was measured using a far-infrared CO₂ analyzer (UNOR-610). Seed respiration was calculated as $\{[(\text{CO}_2 \text{ concentration of sample} - \text{CO}_2 \text{ concentration of empty bottle}) / \text{CO}_2 \text{ concentration of standard}] \times \text{container volume} \times \text{standard sample conc.}] / (\text{sample weight} \times \text{time})$.

Data analysis

The experiment design was a completely randomized design with three replicates. Germination data were arcsine- transformed. All data were analyzed using SAS (version 9.1, SAS Institute Inc, 2003). Fisher's LSD (least significant differences) was calculated where differences between means were significant at the 5% level.

Results

'Autumn King' seeds were subjected to accelerated aging for 36 or 48 h. The germination, emergence, and percentage of normal seedlings decreased significantly with increasing aging time (Table 1). The normal seedlings possessed more than 50% of healthy cotyledon, leaf and root system (Figure 1A). Abnormal seedlings are shown in Figure 1B. In cabbage abnormal seedlings, the primary root was stunted, retarded, or missing, or it was trapped in the seed coat. The hypocotyls were bent over, forming a loop, or tightly twisted, forming a spiral. Compared with intact seedlings, the cotyledons were deformed, separated, missing, discolored, or necrotic, in more than 50% of the abnormal seedlings.

The leachate increased significantly when the aging time was increased to 36 and 48 h. In seeds aged for 36 h and 48 h, electrical conductivity increased to 831 and 1060 $\mu\text{S}/\text{cm}/5\text{ml}$ (1.5- and 2.0-fold); soluble carbohydrate concentration increased to about 74.2 and 91.3 $\mu\text{g}/\text{g}$ (1.5- and 2.0-fold); free amino acid increased to 165.6 and 211.4 $\mu\text{g}/\text{g}$ (2.5- and 3.3-fold); and

Table 1. The germination performance of controlled and aged 'Autumn King' cabbage seeds at 25°C.

Treatments	Control	Aging 36 h	Aging 48 h
Germination (%)	96.7 a ^z	63.3 b	53.3 c
Mean day to germination (Days)	1.9 b	3.3 a	3.4 a
Emergence (%)	95.0 a	58.3 b	43.3 c
Mean day to emergence (Days)	3.5 b	6.4 a	6.4 a
Normal seedling (%)	91.7 a	46.7 b	30.0 c

^z Mean separation within rows by Fisher's LSD test at 5% level.



(A) Normal seedling



(B) Abnormal seedling

Fig. 1. The seedling performance of 'Autumn King' cabbage.

potassium ion concentration increased by 80.2 and 89.5 $\mu\text{g/g}$ (1.2- and 1.4-fold), respectively, compared to control seeds (Table 2).

Table 3 shows that the rate of producing carbon dioxide in control seed (18.3 $\mu\text{l/g FW/h}$) was significantly higher than that in seed aged 36 and 48 h (13.1 and 6.7 $\mu\text{l/g FW/h}$, 1.2- and 1.7-fold) respectively. The dehydrogenase activity of control seed was significantly higher than that of aged seed.

Tetrazolium chloride-stained seeds were separated into five classes (Figure 2): I, seed completely stained; II, seed unevenly stained, with intense staining associated with partial and/or unevenly stained grayish or damaged tissue on the cotyledons, axis, or both; III, uneven staining, with a staining gradient associated with minor, unstained yellowish areas; IV, weak staining, in which the embryo was an unstained yellowish color or was stained with minor shades of pink; V, more than one-half of the cotyledonary tissue was unstained or the necrotic embryo was stained with minor traces of pink.

The tetrazolium test used to assay vigor revealed that a significantly higher proportion of the control seed (66.7%) showed the class I staining pattern in comparison to the aged seed: 48.3% (36 h) and 31.7% (48 h). There was no significant difference among aging treatments in terms of class II staining. However, class III and IV staining occurred the most frequently in 48-h aged seed, with control seed showing the least class III and IV staining. Class V staining increased with increasing aging time (Table 4).

'Autumn King' seed from four treatments were used to compare the actual germination percentages and to predict germination by the fluorescent leakage assay (Table 5). The differences between the predicted and actual germination percentages from the control, aged and dead seeds were ranged from 0~15%. There was a 1.7% overestimation of germination in control seed. In both groups of aged 36 and 48 h seeds, there were 10 and 15% overestimation of germination. In dead seeds, all had fluorescent and ungerminated. The sinapine leakage index (SLI) provided a measure of the fluorescent-ungerminated seeds. The SLI ranged from 0 to 1, with the percentage of fluorescent ungerminated seeds increasing as the SLI increased.

The correlation coefficients between the emergence rate and the values of the vigor tests of 'Autumn King' cabbage seed are shown in Table 6. The results of the tetrazolium staining test and the dehydrogenase activity assay were positively correlated with the emergence rate at the 5% level of significance. Germination, normal seedling evaluation tests, and respiration rate were highly significantly correlated with emergence. Sinapine content and the results of the leachate assay (electrical conductivity test, free amino acid, soluble carbohydrate, and potassium ion) were highly negatively correlated with emergence rate.

Table 2. The leachate from control and aged 'Autumn King' cabbage seeds after imbibition for 19 hours.

Leachate of seeds	Control	Aging 36 h	Aging 48 h
Electrical conductivity ($\mu\text{S}/\text{cm}/5\text{ml}$)	540.7 c ^z	831.7 b	1060.0 a
Free amino acid ($\mu\text{g}/\text{g}$)	64.5 c	165.6 b	211.4 a
Soluble carbohydrate ($\mu\text{g}/\text{g}$)	44.7 c	74.2 b	91.3 a
Potassium ion ($\mu\text{g}/\text{g}$)	62.6 c	80.2 b	89.5 a

^z Mean separation within rows by Fisher's LSD test at 5% level.

Table 3. The amount of CO₂ producing and dehydrogenase activity of control and aged 'Autumn King' cabbage seeds.

Treatments	CO ₂	Dehydrogenase activity	
	$\mu\text{l}/\text{g FW}/\text{h}$	OD/20 embryos	OD/ embryo
Control	18.3 a ^z	0.27 a	0.013 a
Aging 36 h	13.1 b	0.22 b	0.011 b
Aging 48 h	6.7 c	0.14 c	0.007 c

^z Mean separation in column by Fisher's LSD test, mean with different letters are significant at 5% level.

Table 4. The stained results of tetrazolium test on accelerated aging 'Autumn King' cabbage seeds.

Treatments	I	II	III	VI	V
	(%)				
Control	66.7 a ^z	18.3 a	10.0 b	3.3 b	1.7 c
Aging 36 h	48.3 b	15.0 a	13.3 ab	15.0 a	8.3 b
Aging 48 h	31.7 c	11.7 a	18.3 a	21.7 a	16.7 a

^z Mean separation in column by Fisher's LSD test, mean with different letters are significant at 5% level.

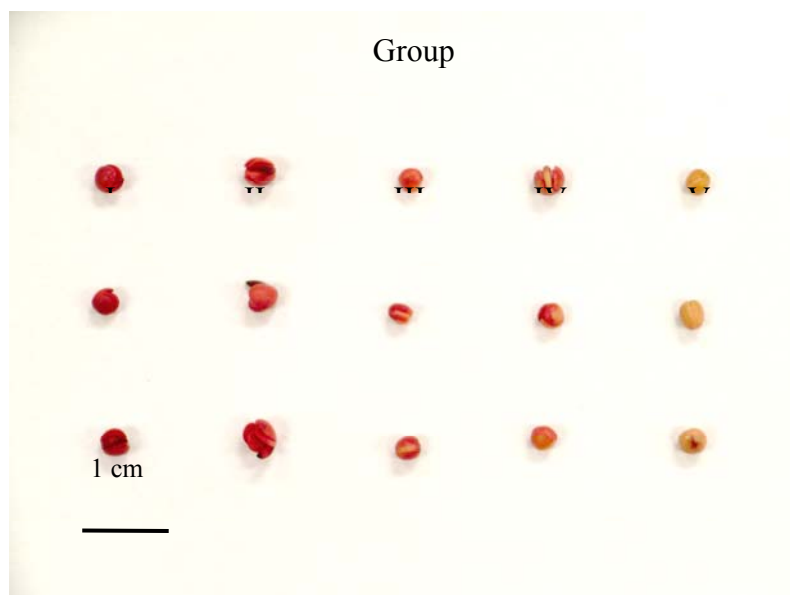


Fig. 2. Tetrazolium chloride stained seeds were separated into five groups.

- I. Seed completely stained.
- II. Unevenly stained: deep staining with partial uneven grayish or damaged tissue on cotyledons, axis or both.
- III. Unevenly stained: a gradient of staining with minor unstained yellowish area.
- IV. Weakly stained: unstained yellowish embryo, or embryo with minor shades of pink.
- V. More than one-half of cotyledonary tissue unstained or necrotic embryo with minor trace of pink.

Table 5. The predicted germination using the fluorescent leakage assay and actual germination percentage of control and accelerated aging 'Autumn King' cabbage seeds.

Treatments	Germination (%)		P-A ^x	SLI ^y	Fluorescent (%)		Non-fluorescent (%)	
	Predicted	Actual			Ungerminated	Germinated	Ungerminated	Germinated
Control	98.3 a ^z	96.7 a	+ 1.7	0.00 c	0.0 c	1.7 ab	0.0 a	98.3 a
Aging 36 h	73.3 b	63.3 b	+10.0	0.53 ab	26.7 b	0.0 b	5.0 a	68.3 b
Aging 48 h	68.3 b	53.3 c	+15.0	0.73 ab	25.0 b	0.0 b	1.7 a	73.3 b
Dead	0.0 c	0.0 d	+ 0.0	1.00 a	100.0 a	0.0 b	0.0 a	0.0 c

^z Mean separation in column by Fisher's LSD test, mean with different letters are significant at 5% level.

Aging: Seeds were artificially aged at 42°C, 100% relative humidity for 36 and 48 hours, respectively.

Dead: Seeds were soaked in water for 4h, transferred to -80°C freezer and kept for half hour.

^y SLI: Sinapine leakage index (no. of fluorescent ungerminated seed/ total no. of ungerminated seed)

^x P - A = predicted - actual germination percentage ('+' means over estimated and '-' means less estimated in prediction).

Table 6. Correlation coefficients between emergence rate and the values of the vigor tests of 'Autumn King' cabbage seeds.

Traits	Emergence rate at 25°C
Germination test	0.969 **
Seedling evaluation test	0.982 **
Electrical conductivity test	- 0.956 **
Free amino acid analysis	- 0.986 **
Soluble carbohydrate analysis	- 0.980 **
Potassium ion leakage test	- 0.955 **
Sinapine content	- 0.926 **
Tetrazolium staining test	0.869 *
Dehydrogenase activity	0.869 *
Respiration rate	0.937 **

*, ** significant at p=0.05 or 0.01, respectively.

Discussion

Artificial seed ageing was initially proposed as a method by which to evaluate seed storability. It can also be used to predict the potential quality of stored seed and field emergence under environmental conditions as the metabolism of the artificial aged seed is similar to that in naturally deteriorated seed. We observed a loss of seed viability in artificial aged seeds (Table 1). This result is in agreement with the findings of other researchers on other species (Byrd and Delouche, 1971; Kalpana and Madhava Rao, 1997; Lin and Pearce, 1990; Pukacka and Kuiper, 1988). The germination performance decreased by more than 30% following a 36-h ageing treatment. In ageing experiments with canola seed, Elias and Copeland (1997) also reported a concomitant decrease in seed germination with increased ageing of the seeds. We also found that the emergence percentage increased while the germination percentage increased, which is agreement with the results of Matthews (1980), who reported that normal germination rates of cabbage seed show a closer relationship with field emergence rates.

During imbibition, the influx of water into the cells of dry seeds results in temporary structural perturbations, particularly those that affect the structure of the membranes. The membrane system changes from being a bilayer phase of a gel to a normal hydrated liquid-crystalline state (Crowe and Crowe, 1982). This alteration destroys the effectiveness of the membrane as a permeability barrier, leading to an immediate leakage of solutes and low-molecular-weight metabolites into the surrounding imbibition solution. Within a short time of hydration, the membranes return to a more stable configuration, at which time solute leakage is curtailed. The longer the time required to restore the integrity of the membrane, the lower the seed vigor (Cheng *et al.*, 2005). Our study also confirmed that the conductivity test works well in determining the vigor of seed lots among seed lots with large differences in seed vigor because low-vigor seeds have poor membrane structure and leaky cells.

The membrane functions were severely altered in ageing seeds. We found negative correlation between germination percentage and quantity of leachate. As increasing the ageing duration the germination rate decreased, the leachate quantity increased (Table 2). This may be due to an increased level of protein degradation by proteinases. The increasing activity of proteinase has been associated with rapidly ageing seeds of crimson clover and perennial ryegrass (Ching and Schoolcraft, 1968) and bambarra groundnut (Sreeramulu, 1983). There is a steep K^+ concentration gradient across the plasma membrane that favors the diffusion of K^+ out of the cell. Membranes with a poor integrity cannot actively absorb K^+ . In addition, these cells allow more K^+ to diffuse as solute out of the cell, which again enhances the K^+ concentration outside the cells.

Sinapine has been found in all *Brassica* seeds tested to date as well as throughout the embryo (Huang *et al.*, 1991). Lee and Taylor (1995) reported that the percentage sinapine content in seeds from six varieties of cabbage, as determined by spectrophotometry, ranged from 1.5 to 2.34%. In general, large quantities of sinapine leak out of heat-killed and non-viable seeds because the cellular membranes are non-functional (Leopold, 1980; Powell and Matthews, 1981) and have lost their normal material retentive ability.

Respiration is disturbed in seeds with reduced viability and vigor (Bewley and Black, 1994). A germinating seed requires energy in the form of, for example, adenosine triphosphate (ATP) and nicotinamide adenine dinucleotide phosphate-oxidase (NADPH). The carbon dioxide producing rate can be a significant correlation between the rates of oxygen uptake and subsequent seedling growth, field emergence, and crop yield (Hall and Wiesner, 1990). We found that prior to germination the respiration rate of control seeds was higher than aged seeds (Table 3). This result was in agreement with that of Bettey and Finch-Savage (1996) who reported that during the seed aging process, the activity of antioxidant enzymes in the seed decreases, and respiratory metabolism is disrupted, leading to disturbed mitochondrial development and axis growth.

Dehydrogenase activity was significantly lower in aged seeds than that in control seeds (Table 3). This result was supported by that of Tang and Song (1999). This decrease in the activities of various enzyme systems is one of the factors affecting seed deterioration. The tetrazolium test has been recommended by the ISTA (1999) as a seed vigor test. In our study, seeds in tetrazolium staining group I were completely stained and those of group II had only small portions of dead tissue; consequently, both of these groups of seeds were considered to be viable. The other group of seeds was considered to be non-viable (Table 4) because large amounts of non-viable tissue in critical areas may have resulted in no or very poor germination. In this study, a significant correlation between the results of the vigor tests and the emergence rate of 'Autumn King' cabbage seeds was found (Table 6).

Conclusion

All the vigor tests used in this study provided sufficiently reliable data that could be used to classify seed vigor level. Among them the quickest, easiest and non destructive methods were sinapine fluorescent detecting and electrical conductivity.

Reference

- Anon. 1983. Seed vigor testing handbook. Association of Official Seed Analysts.
- Association of Official Seed Analysts. 1983. Seed vigor testing handbook. Contribution No. 32. Association of Official Seed Analysts, Lincoln, NE.
- Betty, M. and W. E. Finch-Savage. 1996. Respiratory enzyme activities during germination in *Brassica* seed lots of differing vigour. *Seed Sci. Res.* 6: 165-173.
- Bewley, J. D. and M. Black. 1994. Seeds. Physiology of development and germination. 2nd edition. New York, Plenum Press.
- Byrd, H. W. and J. C. Delouche. 1971. Deterioration of soybean seed in storage. *Proceedings of the Association of Official Seed Analysts.* 61: 41-57.
- Carver, M. F. F. and S. Matthews. 1975. Respiratory measurements as indicators of field emergence ability in pea. *Seed Sci. Tech.* 3: 871-879.
- Cheng, H. Y., G. H. Zheng, X. F. Wang, Y. Liu, Y. T. Yan, and J. Lin. 2005. Possible involvement of K^+/Na^+ in assessing the seed vigor index. *J. I. P. B.* 47 (8): 935-941.
- Ching, T. M. and I. Schoolcraft. 1968. Physiological and biochemical differences in aged seed. *Crop Sci.* 8: 407-409.
- Crowe, L. M. and J. H. Crowe. 1982. Hydration-dependent hexagonal phase lipid in a biological membrane. *Arch. Biochem. Biophys.* 217: 582-587.
- Dubois, M. K., A. Gilles, J. K. Hamilton, P. A. Rebers, and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anzl. Chem.* 28: 350-356.
- Edward, L. L. and E. S. Orrin. 1980. The effect of artificial aging on the concentration of Ca, Mg, Mn, K, and Cl in imbibing cabbage seed. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105(5): 647-650.
- Elias, S. G. and L. O. Copeland. 1997. Evaluation of seed vigor tests for canola. *Seed Technol.* 19(1): 78-87.
- Hall, R. D. and L. E. Wiesner. 1990. Relationship between seed vigor tests and field performance of 'Regar' meadow brome grass. *Crop Sci.* 30: 967-970.
- Hampton, J. G. and D. M. TeKrony. 1995. Handbook of vigour test methods. Zurich, Switzerland: ISTA.
- Harman, G. E. and A. L. Granett. 1972. Determination of stored pea seed: Changes in germination membrane permeability and ultrastructure resulting from infection by *Aspergillus ruber* and from ageing. *Physiol. Plant Pathol.* 2: 271-278.
- Hill, H. J., A. G. Taylor, and X. L. Huang. 1988. Seed viability determinations in cabbage utilizing sinapine leakage and electrictrical conductivity measurements. *J. Exp. Bot.* 39: 1439-1447.

- Huang, X. L., Y. H. Cao, Y. H. Li, and J. R. Fu. 1991. The degree of seed deterioration in *Brassica juncea* (L.) coss var. *foliosa* and its fluorescent leakage. *China. J. Bot.* 3: 139-144.
- International Seed Testing Association. 1985. Handbook on tetrazolium testing. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.
- International Seed Testing Association. 1999. International rules for seed testing. *Seed Sci. Technol. Supplement*.
- Kalpana, R. and K. V. Madhava Rao. 1995. On the ageing mechanism in pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Mill sp.) seeds. *Seed Sci. Tech.* 23: 1-9.
- Kalpana, R. and K. V. Madhava Rao. 1997. Protein metabolism of seeds of pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Mill sp.) cultivars during accelerated ageing. *Seed Sci. Tech.* 25: 271-279.
- Lee, P. C. and A. G. Taylor. 1995. Accuracy of sinapine leakage in *Brassica* as a method to detect seed germinability. *Plant Varieties and Seeds*. 8: 17-28.
- Leopold, A. C. 1980. Temperature effects on soybean imbibition and leakage. *Plant Physiol.* 65: 1096-1098.
- Lin, S. S. and R. S. Pearce. 1990. Changes in lipids of bean seeds (*Phaseolus vulgaris*) and corn caryopses (*Zea mays*) aged in contrasting environments. *Ann. Bot.* 65: 451-456.
- Matthews, S. 1980. Controlled deterioration: a new vigor test for crop seeds. In *Seed Production*. p. 647-662. Butterworths, London.
- McKerisic, B. D. and R. H. Stinson. 1980. Effect of dehydration on leakage and membrane structure in *Lotus corniculatus* L. seeds. *Plant Physiol.* 66: 316-320.
- Powell, A. A. and S. Matthews. 1981. A physical explanation for solute leakage from dry pea embryos during imbibition. *Ibid.* 32: 1045-1050.
- Pukacka, S. and P. J. C. Kuiper. 1988. Phospholipid composition and fatty acid peroxidation during ageing of *Acer plantanoides* seeds. *Physiol. Plant.* 72: 89-93.
- Rosen, H. 1957. A modified ninhydrin colorimetric analysis for amino acid. *Arch. Biochem. Biophys.* 67: 10-15.
- Samad, I. M. A. and R. S. Pearce. 1978. Leaching of ions, organic molecules and enzymes from seeds of peanut (*Arachis hypogaea* L.) imbibing without testa or with intact testa. *J. Exp. Bot.* 29: 1471-1478.
- Sreeramulu, N. 1983. Germination and food reserves in bambarra groundnut seeds (*Voandzeia subterranean* Thouars) after different periods of storage. *J. Exp. Bot.* 34: 27-33.
- Takayanagi, K. and K. Murakami. 1969. New method of seed viability test with exudates from seed. *Proceedings ISTA* 34: 243-252.

- Tang, Z. J. and M. Song. 1999. Physiolgical and biochemical analysis of artificially aged Chinese cabbage (*Brassica campestris* L. ssp. *Pekinensis* (Lour.) Olsson). *Acta Hortic. Sinica*. 26(5): 319-323.
- Taylor, A. G., X. L. Huang, and H. J. Hill. 1988. Sinapine leakage from non-viable cabbage seeds. *J. Exp. Bot.* 39: 1433-1438.
- Tzagoloff, A. 1963. Metabolism of sinapine in mustard plants. I. Degradation of sinapine into sinapin acid and choline. *Plant Physiol.* 38: 202-206.
- Vieira, R. D., J. A. Paiva-Aguero, D. Perecin, and S. R. M. Bittencourt. 1999. Correlation of electrical conductivity and other vigor tests with field emergence of soybean seedlings. *Seed Sci. Tech.* 27: 67-75.
- Woodstock, L. W. and D. F. Grabe. 1967. Relationships between seed respiration during imbibition and subsequent seedling growth in *Zea mays* L. *Plant Physiol.* 42: 1071-1076.

'秋王'甘藍種子之活力檢測之方法

汪 芝 穎¹⁾ 宋 妤²⁾

關鍵字：甘藍種子、活力檢測、滲漏物、發芽

摘要：在活力檢測試驗中，'秋王'種子隨著老化時間延長顯著降低其發芽率。老化種子的導電度、可溶性碳水化合物、氨基酸和鉀離子顯著較對照組提高一倍以上，老化 36 與 48 小時後種子之二氧化碳產生量較未老化者高出 1.2 及 2.7 倍。未老化種子的脫氫酶活性顯著較老化種子高，經 Tetrazolium chloride 染色後，種子染色情形分為五群。對照組種子染色較完全，種子活力亦較高。利用 UV 光可測定各處理浸潤種子之 sinapine 螢光反應，其方法則是最簡單及非破壞性之甘藍種子活力檢測法。

1) 國立中興大學園藝系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝系教授，通訊作者。

栽培介質配合蘭菌接種對於嘉德麗亞蘭 出瓶苗之影響

莊育瑞¹⁾ 王才義²⁾

關鍵字：蘭菌、嘉德麗亞蘭、栽培介質

摘要：不同栽培介質配合蘭菌接種六個月後，顯示嘉德麗亞蘭分生出瓶苗以水苔作為出瓶介質配合接種蘭菌 TF 處理，對於植株鮮重、植株乾重、植株高度、葉長、葉寬、根長、根寬、根數、假球莖數目及莖寬皆有促進效果。

前 言

嘉德麗亞蘭為蘭科花卉，原生種約有 65 種並且有許多變種，絕大部分原生於墨西哥和巴西等中南美洲一帶，喜好強光，為著生於高樹上而生長的著生蘭(董, 1980)。蘭科植物幼年期為異營植物，許多種類需要依靠真菌提供碳源才能進入成熟期(Rasmussen *et al.*, 2002)。因此蘭菌在蘭花生長初期扮演著重要角色，對植株的生長速度、器官發生都有影響(Jorgensen, 1995)。

而有關蘭菌運用在嘉德麗亞蘭的相關研究上，僅有丁等人(2002)及林和王(2005)分別以嘉德麗亞蘭為材料接種不同蘭菌後，顯示對於幼苗生長有不同程度的促進作用。

有鑑於目前有關於栽培介質及蘭菌應用在嘉德麗亞蘭栽培上，可供參考文獻有限，因此本研究以栽培介質配合蘭菌接種在嘉德麗亞蘭幼苗生長上進行探討，期望能對栽培上有所助益。

1)國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2)國立中興大學園藝學系副教授，通訊作者。

材料及方法

一、試驗材料

(一) 植株材料

嘉德麗亞蘭[(*Brassavola nodosa* × *Cattleya aurantiaca*) × *Sophronitis cernua*]瓶苗來源，以王與楊(1996)方法進行增殖獲得本試驗所需試驗用的分生苗。

(二) 試驗菌株代號及來源

試驗菌株代號 TF 是由台灣風蘭根系中分離獲得，經純化後菌株培養於馬鈴薯葡萄糖瓊脂培養基(Potato Dextrose Agar, PDA)上備用。

(三) 栽培介質

使用於本試驗之介質計有樹皮(松樹樹皮，商品編號 4 號)、蛇木屑(2B)、椰纖、水苔。椰纖使用前，先於兩週前反覆浸泡自來水。而水苔(智利進口)在使用之前，以自來水先浸泡半天，隨後將水苔瀝乾並去除雜質。接著全部的栽培介質以高溫 121℃ 高壓 1.21Kg/cm² 滅菌 20 分鐘，待冷卻後備用。

二、接種源製備

將脫殼麥粒加水浸漬，使麥粒充分吸水後，加熱將麥粒完全煮熟至透明狀再以自來水沖洗冷卻。分裝於 125ml 三角瓶中，每瓶 20g，最後經 121℃ 高溫 1.21Kg/cm² 高壓滅菌 20 分鐘後，置於培養室冷卻備用。隨後接入培養於 PDA 具活性之菌絲塊(直徑 0.9cm)，置於 25±2℃ 黑暗下培養一週，作為試驗用之接種源。

三、試驗方法

取嘉德麗亞蘭[(*Brassavola nodosa* × *Cattleya aurantiaca*) × *Sophronitis cernua*]瓶苗，先將根上沾附的培養基洗掉並陰乾，之後以滅過菌不同的栽培介質(水苔、蛇木屑、樹皮、椰纖)，將取出的植株種植於 1.5 吋的塑膠軟盆中。接種菌株為 TF，接種處理則每個栽培介質表面放置 5~6 粒的麥粒接種源，每一處理 3 重複，每重複 17 個植株。沒有接種蘭菌的處理作為對照組。於培養 6 個月後抽樣進行生育調查。調查項目包含：存活率、植株高度、假球莖數、莖寬、葉片數、葉長、葉寬、根數、根長、根寬、鮮重、乾重等。

四、栽培環境

試驗植株之後，置於國立中興大學園藝學系水牆式精密溫室中，於遮陰 50% 的環境下生長，待栽植介質完全乾燥後，在給予澆水，平均溫度為 25±5℃。

五、統計分析

試驗採完全隨機設計(Complete Randomized Design)，所得數據以變方分析(Analysis of Variance)測試顯著性，並進行最小顯著性差異測試(Least Significant Difference Test; LSD)，分析比較各處理之差異。

結 果

以不同栽培介質(樹皮、椰纖、蛇木屑、水苔)配合蘭菌接種對嘉德麗亞蘭[(*Brassavola nodosa* × *Cattleya aurantiaca*) × *Sophronitis cernua*]幼苗進行生育試驗，顯示不同栽培介質並配合蘭菌接種處理，6 個月後對於植株生長之影響，可由(表 1)的結果顯示，不同栽培介質配合蘭菌接種對於植株鮮重、植株乾重、植株高度、假球莖數目及莖寬皆有顯著的促進效果。

表 1. 栽培介質配合蘭菌接種 6 個月後對於嘉德麗亞蘭營養系出瓶苗生育之影響

Table 1. Effects of different medium and orchid mycorrhizal fungi on the growth of [(*Brassavola nodosa* × *Cattleya aurantiaca*) × *Sophronitis cernua*] clone 6 months after inoculation.

Different medium	Survival (%)	Fresh weight (g)	Dry weight (g)	Plant height (mm)	No. of pseudobulb	Stem width (mm)
NM ^x						
Bark	100.00a	1.30cd ^y	0.10bc	38.26bc	0.33bc	1.68c
Coir	100.00a	1.62bc	0.11bc	38.84abc	0.17bc	2.05bc
Fern	100.00a	1.20cd	0.09bc	31.91cd	0.00c	2.26abc
Sphagnum	100.00a	0.82d	0.07c	25.34d	0.33bc	1.83bc
M ^w						
Bark	100.00a	2.19ab	0.17a	47.98a	0.5bc	2.40ab
Coir	100.00a	1.92ab	0.17a	47.54ab	0.6ab	2.73a
Fern	100.00a	1.65bc	0.12b	41.54bc	0.4bc	2.34ab
Sphagnum	100.00a	2.33a	0.19a	45.57ab	1.00a	2.71a

^y Means with the same letter within a column are not significant different by LSD test at 5% level.

^x NM: Non-mycorrhizal control.

^w M: Inoculum orchid mycorrhizal fungi.

在葉片數、葉片長、葉片寬度方面，以葉長及葉寬上的差異最大，接種蘭菌處理與未接種處理達到顯著差異。接種蘭菌處理，在葉長方面上以樹皮、椰纖及水苔對葉片生長較佳(表 2)，而葉片寬度及葉片數方面以水苔為介質有顯著促進效果。未接種蘭菌處理者，在葉片數、葉片長、葉片寬度方面明顯比接種蘭菌的處理要來的差(表 2)。

表 2. 栽培介質配合蘭菌接種 6 個月後對於嘉德麗亞蘭營養系分生出瓶苗葉片生長之影響
Table 2. Effects of different medium and orchid mycorrhizal fungi on leaf growth of [(*Brassavola nodosa* × *Cattleya aurantiaca*) × *Sophronitis cernua*] mericlone 6 months after inoculation.

Different medium	Leaf length (mm)	Leaf width (mm)	No. of leaves
NM ^x			
Bark	31.69ab ^y	5.91c	2.67ab
Coir	32.64ab	7.54bc	2.33b
Fern	26.91bc	5.85c	2.67ab
Sphagnum	20.11c	6.08c	2.50b
M ^w			
Bark	40.57a	7.24bc	2.70ab
Coir	39.91a	7.96b	2.90ab
Fern	35.32ab	7.92b	2.80ab
Sphagnum	38.84a	9.91a	3.70a

^y Means with the same letter within a column are not significant different by LSD test at 5% level.

^x NM: Non-mycorrhizal control.

^w M: Inoculum orchid mycorrhizal fungi.

在植株地下部根長、根寬及根數上，4 種供試的栽培介質配合蘭菌接種後，在根長及根數上均有顯著的促進效果(表 3)，尤其是以樹皮及水苔作為出瓶介質時，有顯著的促進根系的發育(表 3、圖 1)。而未接種蘭菌處理，其根系發育則是較差的平均僅有 5~6 條根(表 3)。

試驗中 4 種供試的栽培介質給予水分逆境處理時，由(圖 1)中可很清楚的看出，當幼苗沒有接種蘭菌處於在水份逆境下時，其植株生長發育會受到抑制，植株較矮小、根長、根寬、根數、株高、鮮重等，生長勢差。接種蘭菌後則顯著的促進根系及地上部的發育。

試驗期間亦觀察到，接種蘭菌後，在以水苔為介質時可觀察到介質腐化的情形(圖 3.B)。此外，逢機抽樣植株選取其根段進行切片染色觀察，可發現蘭菌可於嘉德麗亞蘭根部中形成菌絲團(圖 2.A、圖 2.B、圖 2.C)，並且菌絲團間會相互連接(圖 2.D)，共生狀況良好。

表 3. 栽培介質配合蘭菌接種 6 個月後對於嘉德麗亞蘭營養系分生出瓶苗根系生長之影響
 Table 3. Effects of different medium and orchid mycorrhizal fungi on root growth of [(*Brassavola nodosa* × *Cattleya aurantiaca*) × *Sophranitis cernua*] mericlone 6 months after inoculation.

Different medium	Root length (mm)	Root width (mm)	No. of roots
NM ^x			
Bark	36.64c	2.26ab	6.67abc
Coir	38.46c	2.18b	6.17bc
Fern	36.50c	2.30ab	5.00c
Sphagnum	36.60c	2.17b	5.17c
M ^w			
Bark	55.97a	2.46ab	8.50a
Coir	41.50bc	2.62a	7.10abc
Fern	41.31bc	2.47ab	7.50ab
Sphagnum	51.08ab	2.53ab	8.60a

^y Means with the same letter within a column are not significant different by LSD test at 5% level.

^x NM: Non-mycorrhizal control.

^w M: Inoculum orchid mycorrhizal fungi.

討 論

接種蘭菌對於蘭科植物幼苗生長具有促進效果的研究，已在綬草(Zelmer & Curragh, 1997)、玉鳳蘭(Takahashi *et al.*, 2005)、石斛蘭(林, 2002)等多種蘭花種類中被證實。然而有關於栽培介質對於嘉德麗亞蘭生長影響的報告有限。Poole 和 Sheehan (1977)認為泥炭土與珍珠石以適當比例混合後適合嘉德麗亞蘭生長，其保水、保肥性佳。金等(2005)研究則指出以 30%椰纖維+70%碎磚屑是嘉德麗亞蘭理想的盆栽介質。Xun 和 Ichihashi(2001)以水苔、樹皮、椰纖塊、岩棉為介質栽植蝴蝶蘭，經 21 個月分析莖葉和根重結果顯示，以水苔處理者生長最佳。

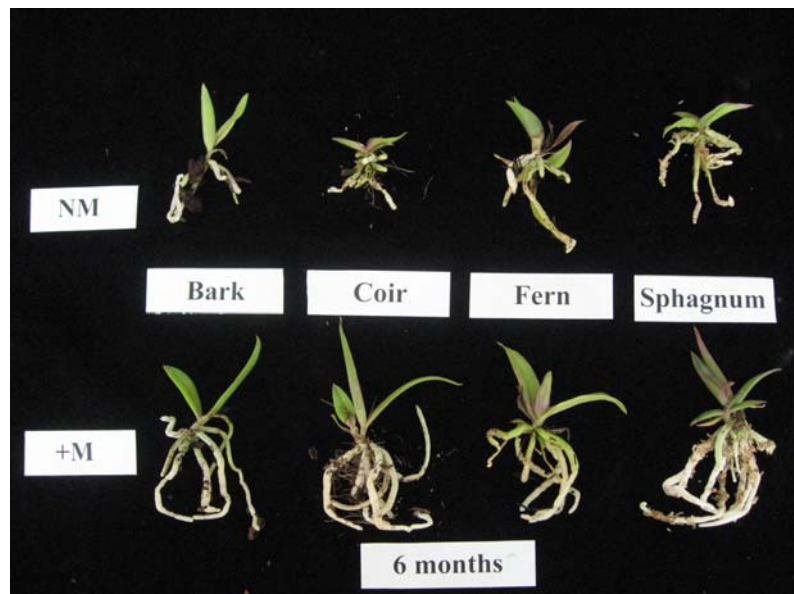


圖 1. 不同栽培介質及配合蘭共生菌接種 6 個月後對嘉德利亞蘭幼苗生育之影響。由左至右為樹皮、椰纖、蛇木屑、水苔(上)處理；NM 為沒有接菌對照組(上)；+M 為接菌處理(下)。

Fig. 1. Effect of different culture medium and orchid mycorrhizal fungus on the growth of (*B. nodosa* × *C. aurantiaca*) × *S. cernua* seedlings after 6 months of inoculation. Left to right were Bark, Coir, Fern, Sphagnum treatment; NM, were non-mycorrhizal control (up); +M, were inoculation orchid mycorrhizal fungi (down).

本試驗以不同栽培介質(樹皮、椰纖、蛇木屑、水苔)配合接種蘭菌對嘉德麗亞蘭 [(*Brassavola nodosa* × *Cattleya aurantiaca*) × *Sophranitis cernua*] 幼苗進行生育探討，結果(表 1、表 2、表 3)顯示給予乾旱逆境的處理時，四種供試的栽培介質中，在未接種蘭菌處理時，以椰纖為栽植介質時對於幼苗生長發育最佳，其次為樹皮與蛇木屑，而最差的則是以水苔為介質。造成此結果的原因可能是栽培介質性質差異所造成的，試驗中觀察到給予乾旱逆境的處理時，當給水後由於水苔處於非常乾燥的條件下吸水不易，往往僅有表面溼透而已。因此缺水造成植株生長發育上的停滯(圖 1)。

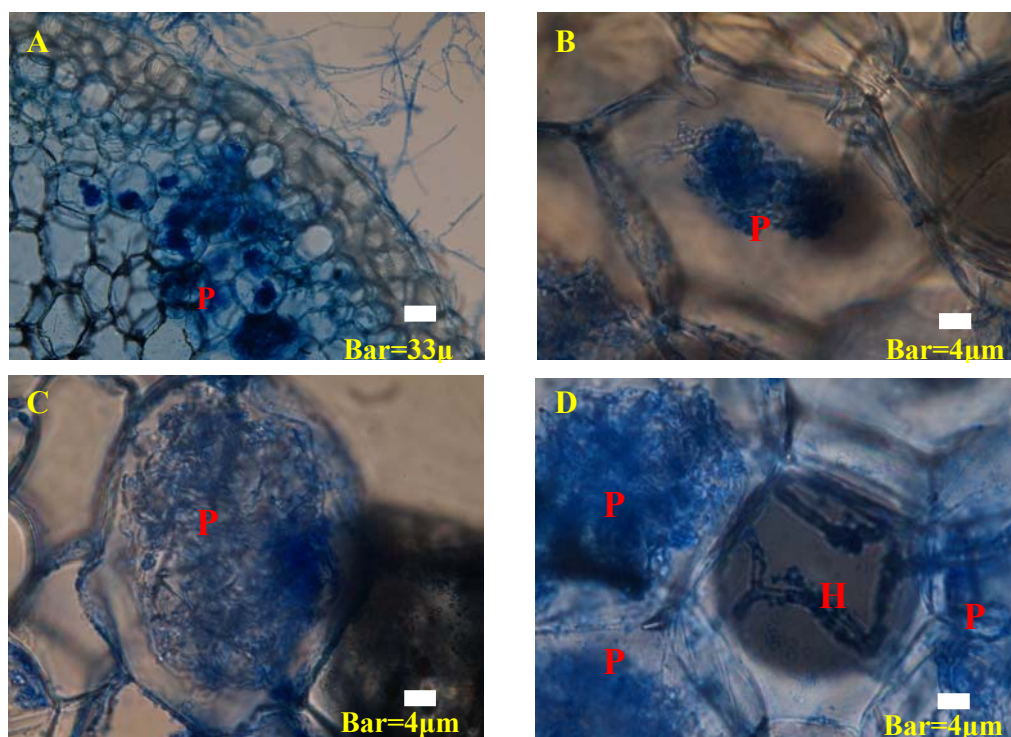


圖 2. 蘭菌於嘉德麗亞蘭分生苗根部皮層形成菌絲團的情形

A、菌絲穿越細胞壁感染其他的皮層細胞。

B、於皮層細胞中形成菌絲團(P:菌絲團)。

C、菌絲團構造(P:菌絲團)。

D、菌絲團間以菌絲相互連接(H:菌絲)。

Fig. 2. The orchid mycorrhizal fungi forming peloton in cortex of *Cattleya* root as observed by light microscopy.

A. Cross section of orchid mycorrhizal fungi infected root with dyed.

B. Well developed pelotons in the cortex cells of root. (P: pelotons).

C. Peloton structure of orchid mycorrhizal fungi.

D. Join each other with the hypha among the pelotons.

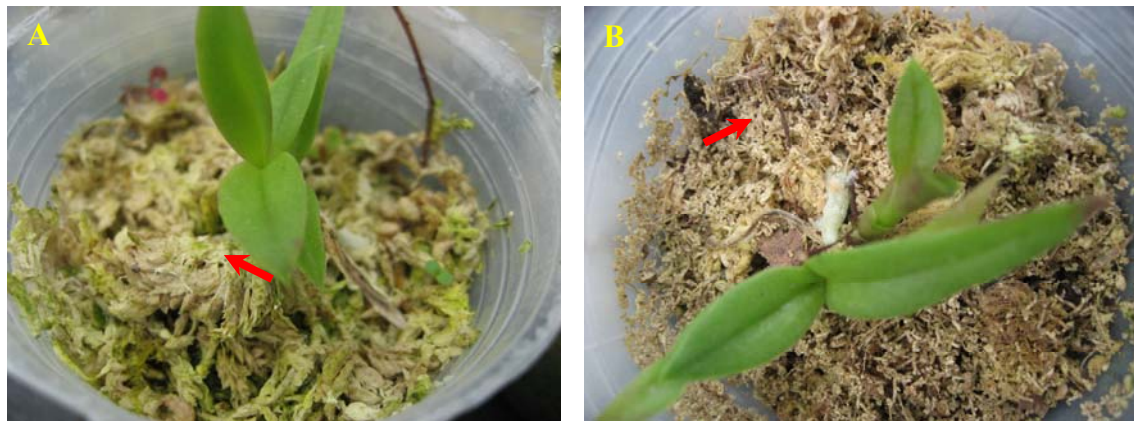


圖 3. 接種蘭菌後對栽培介質之影響。

A. 未接種蘭菌介質構造完整.(箭頭處：水苔介質構造完整)。

B. 接種蘭菌後介質呈現腐化情形.(箭頭處：介質腐化)。

Fig. 3. Effect of the medium of orchid mycorrhizal fungus after inoculation.

A. Medium state without inoculate the fungus.

(Arrow: Sphagnum moss medium structure is intact.).

B. Effects of inoculate fungus with liquid of fungus on the culture medium.

(Arrow: The medium is decay)

學者 Rave 等人(1997)曾指出植物不論是否與真菌共生，對在適宜環境中生長的植株之淨同化速率並沒有明顯影響。在乾旱、高溫逆境下之植株，同化作用會因逆境受到抑制，使植物總生物量累積較少，然而與內生真菌共生之植株，生長情形與生理特性會因真菌作用而具有優勢。因此與真菌共生之植株和未接种植株間的同化累積量差異，需經長期逆境才能反映在總生物量上，此與本試驗結果相似(表 1)。此外，蘭花菌根也具外部延伸的菌絲延伸到土壤中，除了可吸收無機的養分外，還可藉由行腐生的方式分解土壤中的纖維素來獲得碳源，再將碳源運移到植體中或與自然界中具有自營能力的植物(如柳樹、歐洲白樺、柱松)再形成菌根，進而造成三方共生的情形(Mckendrick, 2000; Takahiro *et al.*, 2008)，因此只要蘭菌這相連管道不中斷，蘭科植物即可獲得源源不絕的碳源，以提供補充植株生長時所需的養分。

不同栽培介質試驗配合蘭菌接種後於乾旱逆境下時，顯示四種栽植介質中，以水苔為栽植介質時對於幼苗生長發育最佳，其次為樹皮與椰纖，而最差的則是以蛇木屑為介質者。此與對照組結果相反，顯示接種蘭菌能增加水分、礦物元素及養份的吸收、並提高植株在逆境下的抵抗能力(Hadley & Pegg, 1989; Peterson & Currah, 1990; Yoder *et al.*, 2000)。因此，出瓶苗配合蘭菌接種對於嘉德麗亞蘭幼苗生長發育具有促進效果。

影響嘉德麗亞蘭出瓶苗生長發育的因子有很多，除了不同蘭菌菌株以外，還包含許多環境因子，如光線、溫度、養分及水分供給等都會影響，蘭菌與蘭科植物間的作用，因此未來有必要針對相關的影響因子，進行更進一步的探討及釐清其與蘭菌間的相互作用關係。

野生蘭科植物，尤其是著生蘭類，自然狀態下常著生於高樹上而生，因此經常處於水分逆境的環境下，所以在其根系中常可發現有蘭菌的存在。所以，人工栽培著生蘭運用蘭菌時，適時的給予水分逆境，將有助於促進幼苗生長發育。

參 考 文 獻

- 丁暉、韓素芬、王光萍、黃敏仁、馮瑩。2002。卡特蘭與絲核菌共培養體系的建立及卡特蘭菌根顯微結構的研究。菌物系統。21(3): 425-429。
- 王亦菲、楊竹平。1996。蝴蝶蘭和嘉德利亞蘭的離體快速繁殖。上海農業學報。12(4): 59-62。
- 林佑東、王才義。2005。蘭共生菌對嘉德麗亞蘭出瓶分生苗生長之影響。興大園藝。30(4): 53-64。
- 林秋芬。2002。蘭菌對石斛蘭種子發芽與幼苗生長之影響。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。78pp。
- 金陳斌、范凱峰、侯櫻、羅震傳。2005。卡特蘭盆栽基質篩選初試。上海交通大學學報。23(4): 430-434。
- 董新堂。1980。新養蘭學(三)。p.65-68。五洲彩色製版有限公司。台灣。臺北。
- Hadley, G. and G. F. Pegg. 1989. Host-fungus relationships in orchid mycorrhizal systems. p.57-71. In: Morden Methods in Orchid Conservation. H. W. Pritchard (ed.). Cambridge University Press. New York.
- Jorgensen, B. I. 1995. Hardy orchids: symbiotic in vitro propagation and cultivation. Acta Hort. 393: 165-172.
- McKendrick, S. L., J. R. Leake, and D. J. Read. 2000. Symbiotic germination and development of myco-heterotrophic plants in nature : Transfer of carbon from ectomycorrhizal *Salix repens* and *Betula pendula* to the orchid *Corallorhiza trifida* through shared hyphal connections. New phytol. 145: 539-548.
- Peterson, R. L. and R. S. Currah. 1990. Synthesis of mycorrhizae between protocorms of *Goodyera repens* (Orchidaceae) and *Ceratobasidium cereale*. Can. J. Bot. 68: 1117 -1125.
- Poole, H. A. and T. J. Sheehan. 1977. Effect of media and supplementary micro element fertilization of growth and chemical composition of *Cattleya*. Amer. Orchid Soc. Bull. 46: 155-160.

- Rasmussen, H. T. 2002. Recent developments in the study of orchid mycorrhiza. *Plant Soil*. 244: 149-163
- Ravel, C., C. Courty, A. Coudret, and G. Charmet. 1997. Beneficial effects of *Neotyphodium lolii* on the growth and water status in perennial ryegrass cultivated under nitrogen deficiency or drought stress. *Agronomie*. 17: 173-181.
- Takahashi, K., I. Ogiwara, and N. Hakoda. 2000. Seed germination of *Habenaria (pecteilis) radiata* (Orchidaceae: Orchideae) *in vitro*. *Lindleyana*. 15: 59-63.
- Takahiro, Y., M. Yamato, A. Suzuki, and K., Iwase. 2008. Ceratobasidiaceae mycorrhizal fungi isolated from nonphotosynthetic orchid *Chamaegastrodia sikokiana*. *Mycorrhiza*. 18: 97-101.
- Xun, J. and S. Ichihashi. 2001. Studies on *Phalaenopsis* growth and nutrient absorption in different potting material. *Proceeding of APOC7*. p.216-217. Nagoya, Japan.
- Yoder, J. A., L. W. Zettler, and S. L. Stewart. 2000. Water requirements of terrestrial and epiphytic orchid seeds and seedlings, and evidence for water uptake by means of mycotrophy. *Plant. Sci*. 156: 145-150.
- Zelmer, C. D. and R. S. Currah, 1997. Symbiotic germination of *Spiranthes lacera* (Orchidaceae) with a naturally occurring endophyte. *Lindleyana*. 12: 142-148.

Effects of Different Medium and Orchid Mycorrhizal Fungi on the Growth of *Cattleya*.

Yu-Jui Chuang¹⁾ Tsai-Yih Wang²⁾

Key words : orchid mycorrhiza, *Cattleya*, culture medium

Summary

Cattleya Hybrid mericlones were inoculated with orchid mycorrhiza fungus and coordination different medium as the medium for 6 months. The results showed that the growth of fresh weight、dry weight、leaf length、leaf width、number of leaves、plant height、number of roots、root length、root width、number of pseudobulb、stem width of mericlones inoculated with orchid mycorrhiza fungus were significantly enhanced. On the whole inoculated with orchid mycorrhiza fungus and coordination sphagnum as the medium treatment was the best in the growth of *Cattleya*.

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

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

體外鱗莖直徑、溫度與培養代數對豔紅鹿子百合 鱗片器內增殖的影響

錢 昌 聖¹⁾ 張 正²⁾

關鍵字：豔紅鹿子百合、鱗片培養、增殖、溫度

摘要：本試驗的目的在於測試體外鱗莖的直徑、溫度與培養代數對豔紅鹿子百合鱗片器內增殖再生能力與幼苗品質的影響，並嘗試找出較合適的增殖環境與方法。體外直徑介於 0.3—0.9 公分的鱗莖不會影響鱗片器內增殖時的再生能力。培養溫度會明顯影響鱗片器內增殖培養再生小鱗莖的發育，以 21℃ 的培養溫度較能促進再生小鱗莖生長，且能維持鱗片增殖 3 代後的再生能力。

前 言

豔紅鹿子百合(*Lilium speciosum* Thunb. var. *gloriosoides* Baker; showy lily)在植物分類上屬百合科百合屬，為鹿子百合(*Lilium speciosum* Thunb.)變種，原生地分佈在北臺灣基隆市、台北縣、宜蘭縣及桃園縣，因棲地狹隘破碎呈點狀分佈，再加上人為採集頻度過高，現為極需保護的瀕臨絕種植物(張與李，2008)。

所幸目前在豔紅鹿子百合的研究上多有進展，Chang 等建立豔紅鹿子百合組織培養方法可大量繁殖幼苗(Chang *et al.*, 2000)，曾(2000)建立豔紅鹿子百合癒傷組織大量再生小苗之方法，鐘(2003)定性出豔紅鹿子百合對灰黴病的抗性，張與陳(2004)研究豔紅鹿子百合種子發芽的條件，張(2005)記錄豔紅鹿子百合組織培養苗的生長與開花特性，鄭與應(2006)研究豔紅鹿子百合的棲地及物候學，以上研究多集中在種源保存、繁殖及棲地研究，但並未對鱗片器內增殖培養之環境進行研究探討。

百合組織培養以鱗片培植體再生小鱗莖能力最佳，且再生途徑大多為器官發生，直接由培植體近軸面基部形成小鱗莖(Park, 1996)，故一般組織培養與器內增殖都選用鱗片作為

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系助理教授，通訊作者。

培植體。培養環境會明顯影響百合鱗片器內增殖培養的再生能力與幼苗品質，其中以培養溫度、培養代數、培植體的大小與光週期等影響最為常見。

據文獻指出，培養溫度會影響東方型百合器內增殖培養芽體與根部的形態發生(張等，2006)。Park(1996)也指出，培養溫度扮演影響培植體再生、分化與生長的重要因子。此外，鱗片培植體的大小也會影響器內增殖培養的再生能力；以較大的鱗片培植體再生能力較佳，能形成較大的幼苗(Park, 1996；唐等，2003；張等，2006)。因此鱗片器內增殖培養與培養溫度及培植體大小息息相關。

本試驗的目的在於測試體外鱗莖的直徑、溫度與培養代數對鱗片器內增殖再生能力與幼苗品質的影響，並嘗試找出較合適的增殖環境與方法。

材 料 與 方 法

一、植物材料

試驗植物由台中縣新社鄉種苗改良繁殖場所生產的組織培養苗(種源來自於台北縣雙溪鄉)，以每盆三株種植於含培養土(90%泥炭土+10%珍珠石)的 5 吋盆中，栽培於國立中興大學園藝系之園藝試驗場水牆風扇溫室。以上述鱗莖滅菌後的鱗片經初代培養^(註一)三個月，繼代培養^(註一)3—5 個月，培養於試管內的小鱗莖作為本試驗培植體的來源。

二、試驗方法

1. 體外鱗莖的直徑

選取器內直徑介於 0.3—0.5 cm、0.5—0.7 cm、0.7—0.9 cm 以及 0.9 cm 以上的鱗莖作為培植體的來源。植物材料取得後，除去每一顆鱗莖外層較小的鱗片，以均衡培植體的個別差異。隨後剝取器內不同直徑鱗莖的鱗片，並以向軸面向上的方式接種於培養基上。培養基成分為 MS 的大量元素和全量的維他命(Murashige and Skoog, 1962)、Myo-inositol 100 mg/l、 NaH_2PO_4 170 mg/l、Casein (N-Z-Amine A) 1 g/l、NAA 0.1 mg/l、BA 0.1 mg/l、Sucrose 30 g/l 與 Agar 8 g/l，滅菌後製成斜面培養基。每種處理使用 30 個培植體 ($n=30$)，試驗時間為 2007 年 10 月 10 日。培養環境為 $25\pm 1^\circ\text{C}$ ，光強度 3200 lux，光週期 12 小時。培養時間為三個月，於每個月記錄鱗片再生形成的小鱗莖數與其根及葉片數。

2. 培養溫度

選取器內直徑 1 公分以上的鱗莖作為培植體的來源，試驗流程及培養環境與體外鱗莖的直徑試驗一致，但培養溫度修改為 17、21 與 25°C (對照組)。試驗時間為 2007 年 10 月 17 日。

3. 培養代數

將培養溫度試驗，其鱗片器內增殖培養再生形成的小鱗莖作為培植體來源，進行培養代數對鱗片器內增殖培養再生與發育的影響，試驗共增殖 3 代。試驗流程及培養環境與培

養溫度試驗一致。試驗時間為 2007 年 10 月 17 日、2008 年 1 月 17 日與 4 月 18 日。

註一：初代培養基成分與鱗片器內增殖培養基相同。繼代培養基成份為初代培養基去除 BA，另外添加 Activated charcoal 1 g/l。初代培養環境與鱗片器內增殖培養相同。繼代培養環境為 12h/day， $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，光強度為 5700 lux。

結 果

一、體外鱗莖的直徑

利用體外不同直徑的鱗莖作為鱗片器內增殖培養的培植體來源，試驗結果顯示，體外直徑介於 0.3—0.9 公分的鱗莖並未影響鱗片器內增殖培養的再生能力。不論是鱗片器內增殖培養再生形成的小鱗莖數與其葉片及根部的發育皆不具顯著性的差異(表 1)。各處理的鱗片器內增殖培養後，平均能再生形成 2.7—2.9 個小鱗莖；再生小鱗莖幾乎都無法順利形成展開葉，但再生小鱗莖平均能形成 1—2 條根(表 1)。

二、培養溫度

培養溫度扮演影響培植體再生、分化與生長的重要因子，對豔紅鹿子百合鱗片器內增殖培養也是如此。雖然培養溫度對鱗片器內增殖培養再生形成的小鱗莖數與其葉片發育不具影響，所有處理鱗片平均可再生形成 2.5 個小鱗莖，再生小鱗莖均無法順利形成展開葉(表 2)。但培養溫度會明顯的影響再生小鱗莖根部的發育，當培養溫度為 25°C 時，其鱗片再生形成的小鱗莖平均只能形成 1.3 條根；相較之下當培養溫度為 21 與 17°C 時，其鱗片再生形成的小鱗莖根部發育較佳，平均能形成 1.8—1.9 條根(表 2)。

三、培養代數

以不同培養溫度，其鱗片再生形成的小鱗莖作為培植體來源，再次進行鱗片器內增殖培養。結果顯示培養溫度為 25°C 時，其鱗片器內增殖培養 2 代後，再生形成的小鱗莖葉片與根部的發育較差，平均只能形成 0.5 片鱗片葉與 0.6 條根(表 2)，且鱗片器內增殖培養 3 代後，也呈現相同的反應(表 2)。相較之下當培養溫度為 21 與 17°C 時，其鱗片器內增殖培養 2 代後，再生形成的小鱗莖能形成較多的葉片與根部，尤其是培養溫度為 17°C 時，再生小鱗莖平均可形成 1.3 片鱗片葉與 1.7 條根，但鱗片再生形成的小鱗莖數較少，平均只能形成 1.9 個小鱗莖(表 2)。而鱗片器內增殖培養 3 代於 17 與 21°C 時，可以觀察到以 21°C 的培養溫度較能維持鱗片器內增殖培養數代的再生與生長(表 2)，雖然鱗片再生形成的小鱗莖數有些微的下降至 2.0 個，但再生小鱗莖可形成較多的葉片與根，平均能形成 1.7 片鱗片葉與 1.6 條根(表 2)。此結果顯示 21°C 的培養溫度較能減緩鱗片器內增殖培養多代再生能力下降的反應。

表 1. 豔紅鹿子百合體外鱗莖的直徑對鱗片器內增殖培養再生及生長的影響

Table 6. The effects of *in vitro* bulblet diameter on scale culture of showy lily for proliferation *in vitro*.

Bulblet diameter ^x	No. of bulblet per scale	No. of leaf per bulblet	No. of root per bulblet
0.3~0.5 cm	2.9 a	0.6 a	1.1 a
0.5~0.7 cm	2.7 a	0.5 a	1.2 a
0.7~0.9 cm	2.9 a	0.4 a	1.2 a
Above 0.9 cm	2.8 a	0.7 a	1.5 a

^x 90 days culture.

^y Different letters within a column indicate significant differences at P = 0.05 by Duncan's multiple range test.

表 2. 培養溫度與培養代數對豔紅鹿子百合鱗片器內增殖培養再生及生長的影響

Table 2. The effects of culture temperature and subculture generation on scale culture of showy lily for proliferation *in vitro*.

Treatment ^x	No. of bulblet per scale	No. of leaf per bulblet	No. of root per bulblet
25°C 1 st subculture	2.5 a	0.6 de	1.3 b
25°C 2 ^{ed} subculture	2.7 a	0.5 de	0.6 c
25°C 3 th subculture	2.5 a	0.4 e	0.5 c
21°C 1 st subculture	2.4 ab	0.9 cd	1.9 a
21°C 2 ^{ed} subculture	2.5 a	1.2 bc	1.3 b
21°C 3 th subculture	2.0 bc	1.7 a	1.6 ab
17°C 1 st subculture	2.5 a	0.7 de	1.8 a
17°C 2 ^{ed} subculture	1.9 c	1.3 ab	1.7 ab
17°C 3 th subculture	1.8 c	1.4 ab	1.5 ab

^x 90 days culture.

^y Different letters within a column indicate significant differences at P = 0.05 by Duncan's multiple range test.

討 論

體外直徑介於 0.3—0.9 公分的鱗莖並未影響鱗片器內增殖培養時的再生與發育(表 1)。雖然文獻指出,鱗片的大小會影響百合鱗片培養時的再生能力(Park, 1996; 唐等, 2003; 張等, 2006),但本試驗似乎不受體外鱗莖直徑的大小所影響。據 Park(1996)的研究指出,較大的鱗片與培養基接觸的面積較多,因此可以吸收培養基中較多的養分,促進鱗片再生形成較大的小鱗莖。然而,本試驗並未秤量再生小鱗莖的鮮重與直徑,因此無法判斷體外不同直徑的鱗莖是否會影響再生小鱗莖的品質。亦或是因為本試驗體外鱗莖測試的直徑範圍太小,導致各個處理間差異不顯著。不過慶幸的,此試驗也得知,即使以體外直徑為 0.3—0.5 公分的小鱗莖作為培植體來源時,其鱗片的再生能力與體外直徑為 0.9 公分以上的小鱗莖為材料時一致(表 1),不過鱗片再生形成的小鱗莖品質還有待證實。雖然本試驗結果並未產生任何差異,但這也表示豔紅鹿子百合鱗片器內增殖培養時,可以選用體外直徑較小的鱗莖作為培植體來源,除了可以降低培植體來源的門檻,還能達到高增殖倍率的結果。對於短時間內需要大量生產百合小鱗莖的繁殖體系而言,是一個非常好的訊息。

培養溫度對鱗片器內增殖培養具有顯著的影響,尤其對鱗片器內增殖培養再生形成的小鱗莖,其葉片與根部的發育影響最為顯著(表 2)。據文獻指出,培養溫度為 15°C 時,不但能避免鱗片培養再生形成的小鱗莖形成休眠(Aguettaz *et al.*, 1990; De Klerk and Langens-Gerrits, 1996),還能促進組織分化的活性(Ishimori and Niimi, 2007),因此培養溫度為 17—21°C 時,其鱗片器內增殖培養再生形成的小鱗莖,能形成較多的根(表 2),並且於鱗片器內增殖培養 2~3 代後,還能維持鱗片的再生能力(表 2)。但 17°C 的培養溫度,其鱗片再生形成的小鱗莖數似乎有減少的反應。據朱等(2005)研究指出,較低的培養溫度(5—10°C),可以誘導鱗片培養再生形成葉片與根部的發育良好的小鱗莖,但再生小鱗莖的直徑會隨培養溫度的下降而減少,此反應也符合 De Klerk 與 Langens-Gerrits(1996)的結果。這表示 17°C 的培養溫度似乎不適合鱗片再生芽體發育形成小鱗莖,因此鱗片再生形成的小鱗莖數會較少。反觀培養溫度為 25°C 的處理,其鱗片可再生形成較多的小鱗莖,但再生小鱗莖幾乎無發順利形成展開葉(表 2)。據朱等(2005)的研究指出,較高的培養溫度(25°C)能促進再生小鱗莖的生長,但也容易誘導再生小鱗莖產生休眠性。本試驗也有相似的反應,當培養溫度為 25°C 時,其鱗片器內增殖培養 2~3 代後,其再生小鱗莖幾乎無法順利形成展開葉與根,或許就是因為小鱗莖具休眠性所造成的。整體而言只有 21°C 的培養溫度較適合鱗片器內增殖培養,不但能誘導鱗片再生形成葉片與根部發育良好的小鱗莖,還能維持鱗片增殖 3 代後的再生能力。

鑑於上述之結果,可以得知使用體外直徑較小的小鱗莖進行鱗片器內增殖培養時,可縮短植物材料的養成時間,且不會影響再生能力。培養溫度為 21°C 時,不但適合鱗片器內增殖培養,還能促進再生小鱗莖的發育,且增殖 3 代後還能維持鱗片的再生能力。因此建議豔紅鹿子百合進行鱗片器內增殖時,可以給予 21°C 的培養溫度,以體外直徑介於 0.3—0.5 公分的小鱗莖為材料進行鱗片器內增殖培養,即可達到良好的再生能力。

參考文獻

- 朱旭東、田松青、儲海霞。2005。東方百合試管成球和種球低溫處理的研究。江蘇農業科學。5: 74-76。
- 唐東芹、黃丹楓、唐克軒、錢虹妹、傅佳。2003。東方百合鱗片的組織培養。植物生理學通訊。39: 450-452。
- 張延龍、梁建麗、牛立新。2006。東方百合試管鱗莖膨大的研究。西北農林科技大學學報(自然科學版)。34: 75-78。
- 張正、陳盈君。2004。豔紅鹿子百合種子發芽特性研究。中國園藝。50: 357-372。
- 張正。2005。豔紅鹿子百合組織培養苗生長與開花習性。中國園藝。51: 189-198。
- 張正、李佩芳。2008。豔紅鹿子百合族群遺傳與保育策略。張喜寧教授服務於台灣大學三十五年榮退演講會專集。國立台灣大學園藝學系編印。p.37-49。
- 曾美貞。2000。豔紅鹿子百合鱗片與癒傷組織培養之植株再生。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文。78pp。
- 鄭曉雲、應紹舜。2006。台灣的豔紅鹿子百合生物學之研究。臺大實驗林研究報告。20: 31-43。
- 鐘佳玲。2003。豔紅鹿子百合抗灰黴病特性之研究。國立嘉義大學生物科技研究所碩士論文。79pp。
- Aguetaz, P., A. Paffen, I. Delvallée, P. V. D. Linde, and G. J. De Klerk. 1990. The development of dormancy in bulblets of *Lilium speciosum* generated *in vitro*. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 22: 167-172.
- Chang, C., C. T. Chen, Y. C. Tsai, and W. C. Chang. 2000. A tissue culture protocol for propagation of a rare plant, *Lilium speciosum* Thunb. var. *gloriosoides* Baker. Bot. Bull. Acad. Sin. 41: 139-142.
- De Klerk, G. J. M. and M. M. Langens-Gerrits. 1996. Development of dormancy in tissue-cultured lily bulblets and apple shoots. p.115-132. In: Plant dormancy: physiology, biochemistry and molecular biology. Lang, G. A. (eds.). CAB Intl. UK.
- Ishimori, T. and Y. Niimi. 2007. Benzyladenine and low temperature promote phase transition from juvenile to vegetative adult in bulblets of *Lilium* × *formolongi* 'White Aga' cultured *in vitro*. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 83: 313-318.
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for a rapid growth and bioassay with tobacco tissue culture. Physiol. Plant. 15: 473-479.
- Park, N. B. 1996. Effect of temperature, scale position, and growth regulators on the bulblet formation and growth during scale propagation of *Lilium*. Acta Hort. 414: 257-262.

The Influences of *in vitro* Bulblet Diameter, Culture Temperature and Culture Generation on Scale Culture for Proliferation of Showy Lily

Chang-Sheng Chien¹⁾ Chen Chang²⁾

Key words: Showy lily, Scale culture, Proliferation, Temperature

Summary

In attempt to establish the optimal proliferation condition and methods *in vitro*, we examined the influences of *in vitro* bulblet diameter, temperature and culture generation on the regeneration ability and plantlet quality of showy lily scale culture. The bulblet diameter range of 0.3-0.9 cm *in vitro* had no effect of the regeneration ability in scale culture for proliferation. Culture temperature significantly influenced the growth of regenerated bulblet in the scale culture for proliferation. When the culture at 21°C, it significantly enhanced the regenerated bulblet growth and keep the regeneration ability after subculture third generation.

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

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

園藝治療活動對自閉症患者治療效果之個案研究

洪甄苡¹⁾ 歐聖榮²⁾

關鍵字：園藝治療、自閉症、亞斯伯格症、個案研究

摘要：從事園藝治療活動使人們觀察植物生長的過程中，感受到植物的生命力，進而幫助人們獲得許多正向的效益，並擁有健康愉悅的生活。本研究試圖藉由園藝治療效益的導入，提供自閉症患者另一種治療方式，以增進生活的適應能力，幫助自閉症患者改善其生心理功能，並進一步探討不同園藝治療活動對自閉症患者生心理改善是否有差異。研究使用質性研究方法，並輔以量化分析探討園藝治療活動對自閉症患者是否具治療效益。透過台中市自閉症教育協進會篩選個案，共有 10 名個案參與，有效個案為 6 名，活動時間為七週。將所收集之數據先利用描述性統計分析個案特性，再使用質性研究分析進一步深入探討，結果證實園藝治療確實對自閉症患者具治療效益，個案經由園藝治療後主動性、園藝相關知識及認知能力均增加，未來希望提供自閉症患者另一種輔助治療的參考，藉由園藝治療的導入適宜的活動設計，讓自閉症患者之行為改善更加確實。

前 言

從事園藝活動能幫助人們恢復注意力、降低血壓、增加肌肉張力、提昇正向情緒、提昇知識以及增加溝通能力等益處(賴筱嵐, 2007)。相關文獻亦指出園藝活動具有認知效益、社交效益、情感效益、生理效益、休閒效益及職業技能效益等六大面向(Abbott *et al.*, 1997; Brascamp & Kidd, 2004; Hazen, 1997; Relf, 1973; 林樂健, 1983; 曾慈慧, 2004; 郭毓仁, 2005; 陳惠美、黃雅玲, 2005; 陳國濱, 2006; 張建隆, 2006; 曹幸之, 2007; 賴筱嵐, 2007)。舉例來說, Lewis 於 1992 年提出園藝在栽培過程中, 需要投注許多心力, 才能獲得成果。這其中的希望、期待與收成的喜悅都是人生重要的部份。由此可知, 園藝

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系教授, 通訊作者。

最終的價值絕對不止於最後的成果收穫，更重要的是在整個過程中的享受，此一觀點與園藝治療(Horticultural Therapy)的概念雷同，它正是利用植物或園藝活動以促進社會、教育、心理與生理的適應，幫助身體、精神與心靈的健康(美國園藝治療協會網站，2007)。早在十八世紀初蘇格蘭的 Dr. Gregory 首先對精神病患施以園藝栽培訓練，開啟園藝治療的先端，也奠定日後發展的基礎(陳惠美等，2005)。

目前園藝治療為配合藥物治療之輔助療法，在園藝治療實施前周全的評估參與者狀況，設計適合的方法達到治療效果，讓參與者體會照顧生命的責任感，了解自己與自然的關係，經由接受植物凋萎的失望，增進生命的挫折容忍力，並藉由種植的過程，訓練職業技能(操作器具的能力)、溝通能力、社交技巧、自我獨立、情緒穩定等(張俊彥、周孟慈，2004)。由上述可知，從事園藝治療能讓參與者在植物生長的同時感覺到它的生命力，而對生命有嚮往，產生成就感並得到心靈上的寄託和精神的依附。常見施行園藝治療的對象有：療養院老人、精神病患者、唐氏症...等對象，而國內尚無利用植物的特性，藉由自閉症患者接觸植物後能夠開放其封閉心胸，從事園藝治療相關之研究。目前常見的自閉症輔助的治療方式為感官統合療法、馬術治療、武術療法、遊戲治療...等(吳淑琴，1990；羅慕謙譯，2006；中華民國自閉症總會，2008；台中市自閉症教育協進會，2008)。這些療法皆期盼由不同點切入來減輕自閉症患者之病症，而本研究以園藝治療活動帶來的效益為研究背景，試圖藉由園藝活動的導入，提供自閉症患者另一種治療方式，讓自閉症患者經由植物播種育苗的過程，領悟成長的喜悅，並培養出對自己以外的事物之興趣與關懷，增進生活的適應能力，幫助自閉症患者改善其生心理之療癒效果。

研究方法

一、活動流程設計

(一) 確立研究對象

因首次針對自閉症患者進行研究，故研究對象設定為能和人基本的互動為主。本研究之個案確立為依據美國精神醫學會(APA)所主編的精神疾病診斷及統計手冊第四冊(DSM-IV)之診斷標準為中功能自閉症者、高功能自閉症者及亞斯伯格症者。

(二) 招募個案

1. 接洽台中市自閉症教育協進會

研究者於2008年3月10日以電子郵件方式接洽台中市自閉症教育協進會理事長王美碧女士，經由協進會開會協調後確立和本研究合作，並由協進會招募自閉症患者後進一步篩選個案。

2. 協進會篩選個案

本研究於2008年3月24日19:00舉辦「園藝活動對自閉症治療效果之個案研究」

說明會，目的為向有意願參與活動之家長以及個案進行流程以及目的說明。本研究所需之研究對象沒有性別、年齡、教育程度上的限制，惟個案家長需全程陪同，並全程參與活動者為優先考慮。於說明會上研究者和家長說明研究目的與過程，以維護參與者之權益，並保障其隱私權。徵求意願後請家長簽署「家長同意書」。

(三) 針對樣本設計課程

本研究課程設計過程，鑑於研究個案為第一次參與園藝治療相關活動，力求活動簡單易懂，並參考(曾兆良，2003；郭毓仁，2005；朱凱薇，2007；曾慈慧等，2007)等相關文獻之準則：課程設計由簡到難，並採取漸進式、具有連貫性之設計，讓個案一步步進入狀況。而每週針對不同目的設計不同課程，其課程內容及目的均不盡相同，讓個案學習不同園藝相關知識，達到不同的學習成果；並能加以比較個案對課程的學習效果。針對這些準則，本研究初步研擬了一套課程，而後經由和學者黃盛璘、學者何超然等相關經驗人士討論研究，確立了本研究將執行的課程內容，其內容與目的詳見表 1，茲說明如下：

表 1. 園藝活動內容與目的

Table1. Content and Purpose of Horticultural Activities Provided in This Study.

時間			
週數	活動名稱	活動內容及目的	活動預期成效
日期			
1 03/29	我是小園丁	種籽介紹：瞭解植物生命之起源；介紹日照程度：植物需要不同的環境生長；植物選種：成功率較高，提昇個案信心。	能夠準時來園藝治療；能夠在標籤上寫上自己與種植植物的名字；有意願嘗試種植植物；能夠遵從所給予的指令及安全守則；訓練順利操控工具、準確澆水。
2 04/12	複製一個它	認識介質：藉由認識介質瞭解介質的特性；了解植物除了利用種子植物播種外，還有另一種延續生命的方式。	能夠記得時間來參與園藝治療；能夠在標籤上寫上自己與種植植物的名字；能夠和他人互動；訓練問問題能舉手，增進和人的互動；能夠記住並遵循多重指令及安全守則；準確判斷需剪斷部份，並準確的澆水。

3 04/19	來塗鴉吧！	植物間拔苗：每個穴盤只留下最健康的植物，避免植物間相互競爭養分與空間不足；花盆彩繪製作：繪製作出獨一無二之花器，訓練藝術感知。	能不需家長協助完成動作；能在標籤上寫下自己的名字並準確貼到規定的位置；訓練排隊等待、和同伴之間之互動；並幫助融入團體活動；訓練專注力；訓練能有耐心的完成動作。
4 04/26	植物搬家囉	品嚐花草茶：品嚐香草植物，了解植物也具有一些作用；植物換盆：將播種植物進行上盆工作。目的為瞭解植物的構造，並訓練細心程度。	能準時來園藝治療；能準確的寫下自己的姓名和植物的姓名；藉由鋪桌巾增進彼此的互動；了解植物的不同用途及了解換盆的目的；訓練能準確的將土填滿，並有足夠的耐心完成園藝工作。
5 05/03	他長頭髮了！	草頭寶寶製作：在等待種子發芽時，利用絲襪、介質作成可愛的草頭寶寶，本課程之目的為在動手玩創意的過程中，訓練專注力、肌力與協調力；並且認識「毛細現象」。	能夠準時來園藝治療；訓練能準確的寫下姓名；訓練能幫助他人完成工作；藉由排隊等待增加彼此的互動，並了解團體規則；訓練能專注工作，並期待將成品帶回家；訓練能夠準確的完成交代之指令。
6 05/10	媽媽母親節快樂	重視手部靈巧度，搭配母親節當成卡片訓練美學感知，激發想像力及創造力，並增進和家長的互動。	能夠準時來園藝治療；讓個案能在卡片寫下對媽媽的祝福；準備之彩色筆及護貝機為共用，藉以訓練遵守團體規則，；藉由活動將卡片送給媽媽，增進和參與者間之互動；精細動作訓練個案維持注意力；精細動作需要細心耐心，訓練控制生理問題。
7 05/24	大豐收	將之前不同的植物組合在一起，訓練美感與組織能力，建立自信心；而組合盆栽豔麗的色彩亦可刺激五覺，增進協調能力；分享心得增進參與者間互動。	不需他人協助來從事園藝治療；能準確的寫下自己的姓名與植物之名稱；藉由分享增進彼此間互動；寫給研究者卡片，增進和研究者互動之機會；了解組合盆栽目的為何，讓個案產生興趣與信心；能夠靈活的操控工具並準確的澆花。

三、園藝治療活動操作

因考慮植物生長時間與個案家長之空閒時間，本研究活動時程為每週六下午 14：00-16：00，為期七週。每週園藝治療課程操作流程如圖 1，茲簡述如下：

1. 講解當天的活動內容

大致說明當天活動的內容、活動的目的、準備的材料，並說明活動之流程。

2. 示範操作

由研究者示範操作當天活動之內容，讓個案與參與之家長能了解如何操作以及所需注意的事項。

3. 個案操作

每週活動除研究者外，另有 2-3 位參與之志工；經研究者示範後，由個案親自操作，參與志工及家長在側輔以協助，然除個案身體不適及情緒控制不佳...等不可抗拒之因素外，盡量讓個案親自操作。

4. 園藝治療評估工具填寫

(1) 家長填寫自閉症患者園藝治療評估量表

除第一週於活動開始前填寫「自閉症患者園藝治療評估量表」，每週於活動結束後，請個案協助清潔工具及環境的同時，請陪同家長填寫「自閉症患者園藝治療評估量表」。

(2) 家長觀察日記

和「自閉症患者園藝治療評估量表」同時發放給陪同家長，讓家長帶回每日觀察個案，簡單紀錄個案的狀況，並於下週活動時交給研究者。

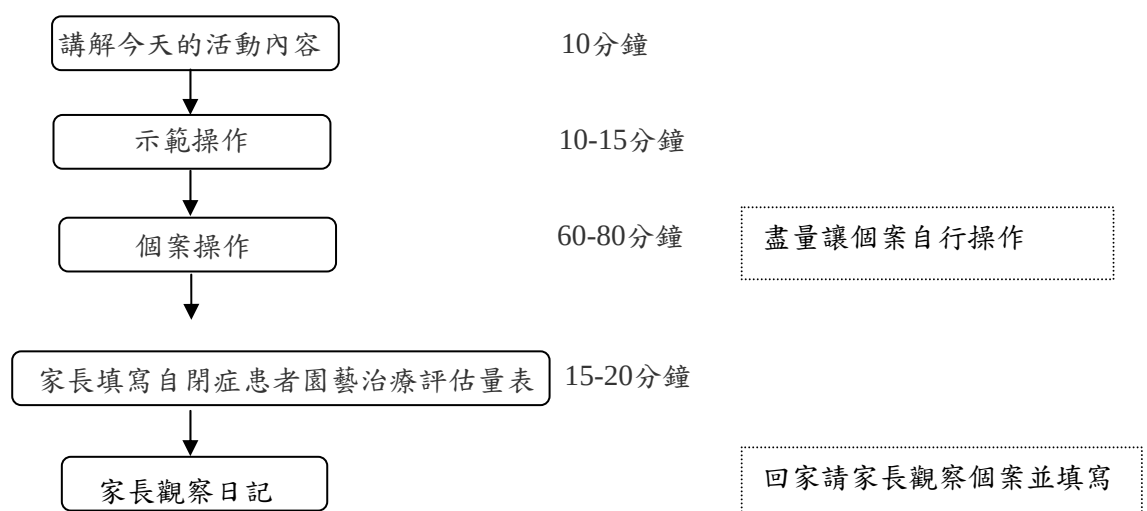


圖 1. 園藝治療活動操作流程圖

Fig. 1. Flowchart of operating horticultural therapy activity.

四、園藝治療分析工具

(一) 園藝活動前後測問卷

園藝活動問卷調查表(before)、園藝活動問卷調查表(after)為參考吳思涵(2004)與張建隆(2006)對園藝知識的評估概念與自行設計之園藝治療課程內容設計而成。於活動第一週課程開始前與第七週課程結束後由個案自填以進行評估，共有 10 題園藝相關問題，部份問項為前後呼應，目的是為了解個案課程參與的專注度與能否學習到新的園藝知識。

(二) 自閉症患者園藝治療評估量表

本量表以量化分析方式，針對五大評估指標來進行評量：「機動力」以抵達性及行動來評量；「書寫能力」評估能否書寫文字與文字辨識度；「社會互動」評估是否因為疾病限制社會互動能力、與受測中各成員的互動狀況以及能否表達當時感受；「認知能力」為能不能夠接受口語或者書寫指令、是否能專注於工作以及瞭解園藝、時間、地點等概念；「生理/知覺能力」以能否完成園藝任務以及生理上達成能力為評估標準。本量表填答時機為第一週課程開始前、第一週～第七週課程結束後由個案家長填寫。

(三) 家長觀察日記

本研究參考朱凱薇(2007)園藝治療活動聯絡簿，每週由家長帶回家觀察個案並簡單紀錄個案的反應。以獲得質性研究資料，觀察日記的目的為一方面藉由日記家長和參與者的互動能更頻繁、家長深入觀察參與者之行為反應；另一方面讓研究者更了解參與者在家裡的行為。

(四) 電話訪談

為了更深入了解個案特性，以及參與園藝治療之變化，本研究採取半結構式深入訪談方式，藉以得知個案特質、個案以及家長之內心感受。本研究因成本、方便性與時間考量，採取電話訪談方式，於課程開始第一週、第三週及第七週進行電話訪談，訪談時間為 15-30 分鐘。第一週訪談目的為瞭解個案基本特性；第三週、第七週訪談為瞭解個案經過園藝治療活動後之變化。

結果與討論

本研究以質性研究為主，量化研究為輔；質性研究部份主要為「家長觀察日記」、「電話訪談」兩大部份；量化研究部份主要為「園藝活動前後測問卷」、「自閉症患者園藝治療評估量表」兩部份。本研究將針對個案「安安」結合質性與量化兩大面向之結果進行分析。

一、個案研究背景分析

安安今年 10 歲，男性，為高功能自閉症者，特徵為很安靜、怕生；有接觸過植物；英文很好。

二、個案研究地點與時間

本研究由民國 97 年 3 月 29 日至民國 97 年 5 月 24 日間，於台中市愛心家園-台中市自閉症教育協進會會議室進行實際操作，參與個案由家長陪同，於自家來到會議室參與園藝治療，共計 10 名，有效受測者有 6 名。

三、安安參與園藝治療結果分析

安安經過七週園藝治療後，每週由家長填寫「自閉症患者園藝治療評估量表」，並搭配「家長觀察日記」、「電話訪談」交叉分析安安的變化；表 2 及圖 2 為將每週量表中分數之加總，比較每週之變化，並針對量表中之五大面向分數分別進行探討分析，以下即為安安經過七週後之能力分析：

表 2. 安安經過七週後之能力分析表

Table 2. Anan's Performance in Seven Horticultural Therapy Activities.

能力評估	週數							
	前測	一	二	三	四	五	六	七
		植物 播種	認識介質 香草植物 扦插	間拔苗 花盆彩 繪	品嚐花草茶 播種植物換盆	草頭寶寶	母親節 壓花卡片	組合盆栽 成果發表會
總分	113	+35	+15	+22	+35	+46	+54	+33
機動力	5	+3	0	0	+1	+1	+2	-1
書寫能力	20	0	0	0	0	0	0	0
社會互動	18	+11	+3	+6	+15	+12	+20	+11
認知能力	37	+9	+1	+7	+10	+14	+16	+9
生理/知覺 能力	33	+12	+11	+9	+9	+19	+16	+14

註：表中數字顯示每單元與前測之差異；如：總分的第一單元+35，即表示 148 分；如機動力的第七單元-1，即表示 4 分。

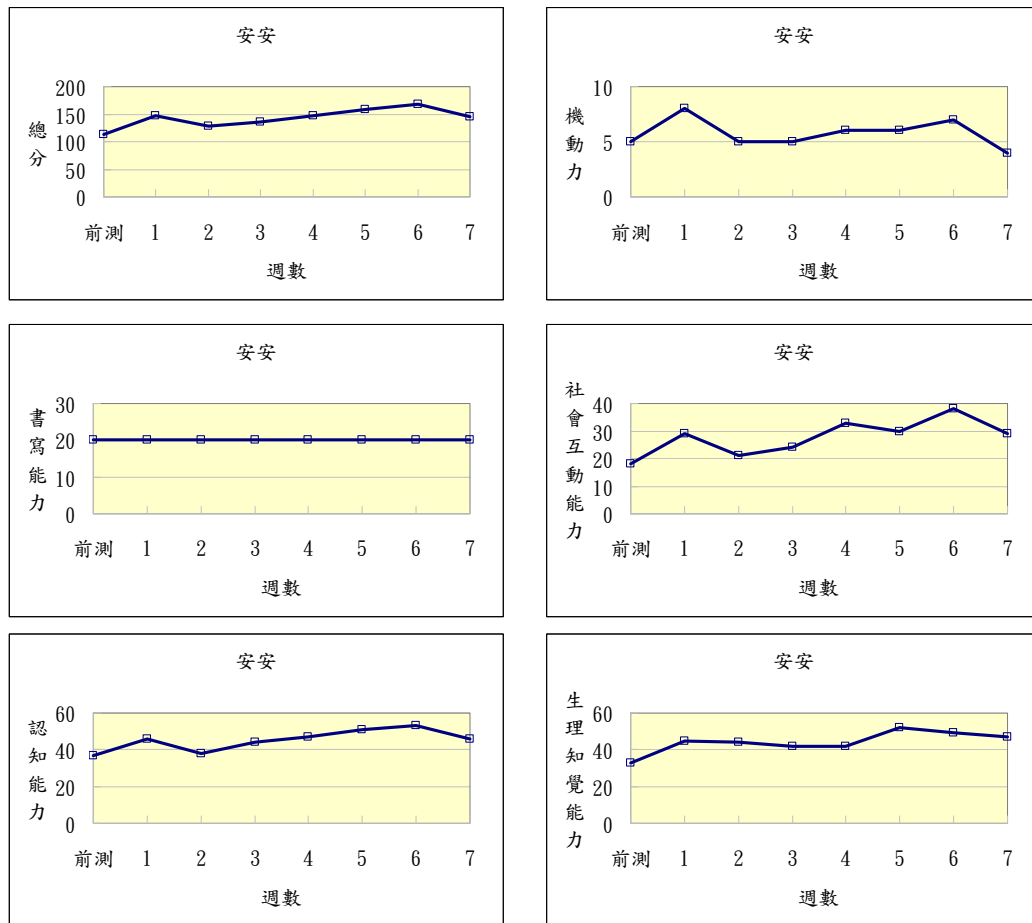


圖 2. 安安經過七週後之能力分析圖

Fig. 2. Profile of Anan's Ability in Each Week.

(一) 安安第一～七週總體變化

由表 2 及圖 2 可以看出，安安的總分每週均呈正向增加，最高分為第六週母親節壓花卡片製作，較前測高 54 分(167 分)，最低分為第二週認識介質、香草植物扦插，但仍較前測高 15 分(128 分)，可知安安經由七週園藝治療活動後總體有正向發展之趨勢。以下便利利用「家長觀察日記」搭配「電話訪談」針對安安生心理反應、課程喜好及對植物的了解方面進行綜合討論。

1. 生理、心理反應方面

- (1) 媽媽提到安安都會記得要上課，但因為他口語能力不佳所以他並不會主動跟爸爸媽媽說「要上課了」，但是安安並不會排斥來上園藝課，這對安安來說是一個很大的突破。

- (2) 在情緒控制方面，安安在種植物、照顧植物的過程中心情有比較穩定。
- (3) 在植物種植的過程中，安安看到植物長大，感受到它的生命力，讓安安有成就感。

2. 課程方面

於七週的課程，安安最喜歡第一週「植物植物播種」、第三週「植物間拔苗、花盆彩繪」、第五週「草頭寶寶製作」。可知安安對於自己能順利操作的課程具有信心，不會產生負面情緒，進一步喜歡此週的課程。

3. 對植物的了解

- (1) 媽媽在電話訪談時提到安安現在不需父母提醒即會主動澆水，並停留觀察植物良久。
- (2) 安安經過七週的課程之後，越來越喜歡植物，除了主動照顧植物之外，也會觀察植物，爸爸媽媽都感受到安安的變化。

(二) 安安在第一～七週五大面向的變化

由表 2 及圖 2 可知，安安第一～七週之五大面向分數的變化，以及進步(退步)的趨勢，下面就安安五大面向的改變來做探討。

1. 機動力

最低：第七週(4 分)

原因：在第七週組合盆栽、成果發表會中，因為組合盆栽的困難度較高，安安沒辦法獨立完成它，需要媽媽從旁協助。

最高：第一週(8 分)

原因：第一週為植物播種植物，是園藝課最入門的課程，簡單的了解種籽、植物發芽後開花的樣子，再將種籽放置在穴盤土裡，對安安來說能夠輕鬆的完成工作，成就感較大。

2. 書寫能力

分數全部相同，沒有所謂高低。

原因：安安原本即具備認字、書寫之能力，故能準確的寫下自己的名字、植物的名字。

3. 社會互動能力

最低：第二週(21 分)

原因：本週訓練之社會互動能力為能和其他個案共同鋪好桌巾，並且能在研究者發問時主動舉手回答，增進和人的互動。然安安這週比較晚來上課，在課程開始後才到，桌巾已鋪好；且因安安很害羞，口語能力不佳，故他多半不會主動舉手回答問題，只會對問題有所反應。而本週課程大部分的時間為辨認植物該剪除的地方，和人的互動較少，也是造成分數最低的可能原因。

最高：第六週(38 分)

原因：本週準備了彩色筆及護貝機共用，藉以訓練遵守團體規則，並願意借出物品給他人；此外藉由母親節活動將卡片送給媽媽，增進和參與者間之互動。安安能依照課程的設計加以遵守規則，雖然他很害羞，但仍用細細的聲音對媽媽說「媽媽您辛苦了，母親節快樂！」達到了本週課程的目的，故這週的社會互動能力最高。

4. 認知能力

最低：第二週(38 分)

原因：本週訓練的認知能力為能夠記住並遵循多重指令，並能遵守安全守則。研究者將扦插之流程一次講完，訓練受測者能遵循多重的口語指令，並專注於工作。然因安安第一次嘗試植物的扦插，不太了解扦插的概念，對他來說操作上比較困難，容易失去信心，故這週之認知能力最低。

最高：第六週(53 分)

原因：本週訓練之認知能力為利用精細動作訓練個案維持注意力，並有耐心完成交代事項。雖然本週課程內容對安安來說挫折感較大，造成他有哭泣情形產生，但他了解本次課程目的為送媽媽母親節卡片，慰勞媽媽的辛勞，故仍專注於黏貼乾燥壓花於卡紙上。且安安不半途而廢，慢慢的將獨一無二的卡片完成。故這週之認知能力分數最高。

5. 生理/知覺能力

最低：第三週(42 分)、第四週(42 分)

原因：第三週為間拔苗、花盆彩繪，訓練之生理/知覺能力為讓安安能有耐心的完成動作。第四週為品嚐花草茶、植物播種植物換盆，訓練生理/知覺之能力為能準確的將土填滿黑軟盆，並有足夠的耐心完成園藝工作。這週植物換盆因為培養土濕濕的，脫盆時困難度大增，安安無法準確的操控工具，並且沒有耐心完成他不在行的動作，多半由媽媽代勞；因此推測是這週生理/知覺能力分數最低之原因。

最高：第五週(52 分)

原因：本週訓練生理/知覺能力部份為能準確的完成交代的指令。因這週草頭寶寶製作方式較為容易，操作步驟也較少，故安安能準確的將土填到糖果襪中；而研究者事先將草頭寶寶成品完成以供參考，吸引注意力，讓安安能有耐心完成草頭寶寶的製作，因此推測為此這週生理/知覺能力分數最高。

研究檢討與討論

一、實驗上的困難點

經由本研究實際操作園藝治療後，發現在實驗操作方面有些困難點，以下便針對實驗上遭遇困難進行分述。

(一) 家長無法配合問題

研究者於 2008 年 3 月 24 日舉辦「園藝活動對自閉症治療效果之個案研究」說明會時，已和家長詳細說明園藝治療目的及課程內容，並也提及本研究需要家長高度配合，課程進行中每週陪同個案積極參與，並盡量不缺席。然仍有不可抗拒因素發生，如：家長因時間上無法配合參與，當週無法帶個案來參加課程；每週帶個案來之家長不同，填寫「自閉症

患者園藝治療評估量表」之人不同，造成研究上之誤差；無法配合填寫家長觀察日記...等因素均會影響研究結果。本研究建議日後從事園藝治療操作時，除園藝治療師外，需另有2~3位園藝背景專業之工作人員協助活動之進行，由固定之專業人員評估個案每週之變化，如此評估準確度將會提昇。

二、研究誤差

(一) 「自閉症患者園藝治療評估量表」填答誤差

1. 每週填答家長不同

本次園藝治療活動中「自閉症患者園藝治療評估量表」為每週課程結束後，由家長評估個案上課時的表現，而每週陪同個案來的家長不同，填答的人不盡相同，在量表的準確度上會產生誤差。本研究建議每週評估個案時由固定之專業人員進行評估工作，如此能增加評估基準之一致性及園藝治療結果之準確性。

2. 「自閉症患者園藝治療評估量表」之適切性

本量表為以紐約醫學大學中心發展的「園藝治療評估量表」為基礎，並參考曾慈惠等(2007)「老人園藝治療評估量表」之符合國內對象特性之修改方式，依照自閉症之特性調整其中評估之項目，修改成為「自閉症患者園藝治療評估量表」；然實際操作填答後發現本評估量表並不適切自閉症者之狀況，如：其中的「書寫能力」方面，本研究之個案年齡差距甚大，由7歲至22歲，原所具有之書寫能力本不相同，而書寫能力是否和園藝治療有關聯性尚待商榷。故本研究建議日後能發展一套能適切評估自閉症園藝治療之量表，更能提昇結果之準確性。

(二) 「園藝治療前後測問卷」填寫誤差

「園藝治療問卷(before)」於第一週課程開始前由個案親自填寫；「園藝治療問卷(after)」於第七週課程結束後由個案填寫，由於個案程度及年齡差距過大，雖研究者於問卷上標註注音，然部份個案仍不易理解問卷題目的意涵，填寫問卷時需志工及家長從旁協助，並很容易依照個案自己喜愛的選項勾選，造成結果的極大誤差。本研究建議日後應依據園藝治療個案之特性斟酌是否使用本問卷，如：年齡過小，理解能力較低，閱讀困難者則問卷調查不宜使用。

(三) 「家長觀察日記」準確性誤差

「家長觀察日記」為請家長每日簡單填寫個案的狀況，填寫的主題為和植物的互動、情緒的反應、和家人的互動...等，協助研究者了解個案在園藝課堂外的情況。部份家長因事物較繁忙疏於觀察個案，造成在分析時準確度之誤差。本觀察日記需要個案及家長高度長時間配合，具備極大之耐心與敏銳觀察力，才能持續日記之填寫，建議本觀察日記日後從事園藝治療評估時需考量個案及家人之狀況而使用。

由上述可知，本研究之量化研究結果差異不大，而質性分析能較清楚顯示個案進步的背後意涵，故建議日後進行園藝治療結果分析時以質性分析為主，更能深入了解個案之改變及心理想法。

結 論

本研究主要目的為利用個案研究方式，探討園藝治療活動是否對自閉症患者具有療效，對個案進行生理與心理兩方面分析，並使用質化方法與量化方法交叉比對分析個案經由七週的園藝治療活動後在生理、心理上是否確具療效。

經由本研究結果顯示園藝活動對自閉症患者確具療效效果，且不同園藝治療活動對自閉症患者之生心理改善有助益。故可進一步應用園藝治療於自閉症患者輔助療法中，藉由種植植物、照顧植物的過程中培養其責任感、主動性，並且在觀察植物生長的過程中，感受到植物的生命力，進而讓情緒平穩；而藉由園藝治療課程的安排促使自閉症患者能和其他參與者互動，增進自閉症患者之社會互動能力；在每週的課程中漸漸了解園藝治療的目的，嘗試遵守所給予的指令，並且在遇到困難的園藝工作不半途而廢，訓練自閉症患者自信心；而每週不同的課程與訓練目的中，可學習到不同的園藝相關知識，讓自閉症患者的園藝知識增長，使其更有概念。研究結論將歸納下列幾點說明：

一、園藝治療對自閉症患者整體效益探討

本研究嘗試藉由園藝治療的導入，探討自閉症患者是否能藉由體驗另一個生命的生長而有不同的轉變，並提供另一種輔助治療方式，讓自閉症患者經由播種育苗的過程，領悟成長的喜悅，並培養出對身外事物之興趣與關懷，增進生活的適應能力，幫助自閉症患者改善其生心理之狀況。研究結果發現安安參與園藝治療後，其生心理、社會互動能力、認知能力、生理/知覺能力，對植物的了解均有進步，並激起他對於植物的興趣與熱情，每天均會主動照顧、觀察植物，且有下列情形產生：

- (一) 主動性增強：各方面變主動，如：主動幫忙做家事、主動寫功課、主動澆水...等。
- (二) 引發或重拾對植物的熱忱：經由課程幫助他們對植物的知識成長，進一步喜愛植物，知道怎麼照顧植物。
- (三) 責任感提昇：了解植物是具有生命的個體，進而引發個案的責任感。
- (四) 社會互動增加：會主動把植物給鄰居看並說明“植物發芽了”是之前所沒有的行為。
- (五) 時間概念增強：會提醒媽媽要來上課，上課前會主動把植物拿到門口要帶出門。
- (六) 穩定度提高：由原本無法坐定聽從研究者指令，到能安靜的聽從指令後進行動作。

由此可知園藝治療對自閉症患者確具治療效果。

二、園藝治療課程之效益探討

本研究之園藝治療課程因治療目的不同，設計原則為具有連貫性，由簡到難，讓個案能一步步進入狀況，學習不同的園藝相關知識，達到不同的學習效果，故每週課程均不同。而個案對第一週「植物播種」、個案對第三週「植物間拔苗、花盆彩繪」及第五週「草頭寶寶製作」反應良好，「植物播種」經由播種，產生對植物生長期待的心情，進而達到園藝治療效果；「花盆彩繪」讓原本就喜愛畫畫的個案嘗試利用不同的繪畫材料塗鴉；「草頭寶寶製作」因為「頭髮」生長快速，短時間內急看到成果，個案容易觀察。且草頭寶寶製

作簡易，外型滑稽，易引起共鳴，是為本次課程有良好反應之原因。

研究者建議於日後從事園藝治療設計時，針對個案特性及治療目的選擇活動，而選擇原則為植物生長快速，成果顯著者；造型特殊或色彩鮮艷者、操作簡易者，如此於園藝治療操作效果越顯著。

參 考 文 獻

- 中華民國自閉症總會。2008。認識自閉症。下載日期：2008 年 5 月 6 日。取自：
<http://www.autism.org.tw/>。
- 台中市自閉症教育協進會。2008。認識自閉症。下載日期：2008 年 03 月 11 日。取自：
<http://www.taea.org.tw/>。
- 朱凱薇。2007。一顆種子，一個希望園藝治療活動在黎明教養院之個案研究。碩士論文。
慈濟大學社會工作研究所。花蓮。
- 吳思涵。2004。園藝活動對療養院慢性精神病患之影響。碩士論文。台灣大學園藝學研究所。台北。
- 吳淑琴。1990。鷹架式遊戲團體對高功能自閉症兒童象徵遊戲影響之個案研究。碩士論文。
台北師範學院特殊教育研究所。台北。
- 林姿伶。2002。自閉症幼兒非語言溝通能力之研究。碩士論文。中原大學心理學研究所。
中壢。
- 林樂健。1983。園藝治療與遊憩活動。興大園藝。8: 1-5。
- 美國園藝治療協會網站。2008。園藝治療相關資料。下載日期：2008 年 8 月 20 日。取自：
<http://www.ahta.org/>。
- 張守樑、吳楸椒譯。Creswell, J. W. 著。2007。研究設計-質化、量化及混合方法取向，台北：學富文化事業有限公司。
- 張俊彥、周孟慈。2004。園藝治療相關研究與發展之探討。造園季刊。52: 45-54。
- 張建隆。2006。園藝活動提昇慢性精神病患認知功能。碩士論文。台灣大學園藝學研究所。
台北。
- 曹幸之。2007。園藝療法。下載日期：2007 年 11 月 7 日。取自：<http://bioagri.ecaa.ntu.edu.tw/extcom/html/peaaaaoak.html>。
- 梁仲容。1996。園藝治療輔導方案對國小兒童自我概念、生活適應及休閒態度影響效果之研究。台南師範學院初等教育學報。9: 333-373。
- 郭毓仁。2005。治療景觀與園藝療法。台北：詹氏書局。
- 陳國濱。2006。園藝活動對高職智能障礙學生自我概念及休閒效益之影響。碩士論文。朝陽科技大學。台中。

- 陳惠美、黃雅鈴。2005。園藝治療之理論與應用。中國園藝。51(2): 135-144。
- 曾兆良。2003。台北啟智學校園藝課程對智能障礙者身心差異之影響。碩士論文。台灣大學園藝學研究所。台北。
- 曾慈慧、毛慧芬、凌德麟。2004。園藝治療在職能治療中的應用。科學農業。52(7-8): 198-211。
- 曾慈慧、呂文賢、何超然、林國青。2007。園藝治療活動對護理之家失能長者治療效果之研究。台灣園藝。53(3): 345-360。
- 曾慈慧。2001。園藝治療活動與其場所之介紹。造園季刊。41: 47-58。
- 游苑瑋。2000。都市植栽減輕焦慮情緒效果之研究。碩士論文。台灣大學園藝學研究所。台北。
- 黃盛璘。2007。走進園藝治療的世界。台北：心靈工坊。
- 黃榮村。2002。特殊教育叢書 9101 輯。自閉兒的行為問題及其處理對策。黃金源編。台中：國立台中師範學院。pp. 114-134
- 楊宗仁譯。Council, L. C. & Council, L. C. 著。2004。亞斯伯格症者實用教學策略[教師指南]。台北：心理出版社股份有限公司。
- 楊蕓芬、黃慈愛、王美惠。2003。自閉症兒童社會情緒技能訓練。台北：心理出版社。
- 劉富文。1999。人與植物的關係。科學農業。47(1-2): 2-10。
- 賴筱嵐。2007。園藝活動之心流體驗與效益之相關性研究。碩士論文。中興大學園藝學研究所。台中。
- 謝瑞琄。1980。園藝治療在休憩利用研究。碩士論文。臺灣大學園藝研究所。台北。
- 羅慕謙譯。Robledo, S. J. & Kucharski, D. H. 著。2006。了解自閉兒的第一本書。台北。高富國際文化股份有限公司。
- Abbott, G., Cochran, V. & Clair, A. A. 1997. Innovation in intergenerational programs for persons who are elderly: the role of horticultural therapy in a multidisciplinary approach. *Activities, Adaptation & Aging*. 22(1-2): 27-37.
- Brascamp, W. & Kidd, J. L. 2004. Contribution of plants to the well-being of retirement home residents. *Acta Hort*. 639: 145-150.
- Hazen, T. M. 1997. Horticultural therapy in the skilled nursing facility *Activities, Adaptation & Aging*. 22(1-2): 39-60.
- Relf, P. D. 1973. Horticulture: a therapeutic tool. *J. Rehabil*. 39(1): 27-29.
- Seller, J., Fieldhouse J. & Phelan M. 1999. Fertile imaginations: an inner city allotment group. *Psychiatr, Bull*. 23: 291-293.

A Case Study of the Treatment Effect of Horticultural Therapy Activities on Autism Patients

Chen-Yi Hung¹⁾ Sheng-Junng Ou²⁾

Keyword : Horticultural therapy, Autism, Asperger's, Case study

Summary

Horticultural therapy has been proved as an efficient way to help people obtain positive effects and have a pleasant life. Expanding from previous research findings, this study tries to discuss if different activities of horticultural therapy have significant differences in improving the psychological and physiological functions of autism patients. This study employs both qualitative and quantitative method to obtain the required data. Depth interview with parents was implemented during the experiment period. Both autism patients and parents were asked to fill out different questionnaires in order to find out which horticultural therapy activity, including 7 different programs especially designed for autism patients, is more effective. The study obtains 6 valid samples who have participated in all the activities of horticultural therapy. By performing content analysis and statistical analysis, the study finds out that most of the study samples have progressions in several perspectives such as physiological and psychological functions, social interaction, cognition, perception, and understanding of plants. Moreover, the study samples become more active in their daily life. The results also indicate that specialized activities, to be more effective, should be designed for different autism patients based upon their own characteristics. While in designing horticultural therapy program, the study suggests that principles such as selecting fast growing plants, selecting activities easy to be operated and handled, and selecting colorful plants or plant with special shape be adopted in order to obtain significant effects.

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

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

台灣潛在休閒住宅購買吸引力之研究

江 奇 真¹⁾ 歐 聖 榮²⁾

關鍵字：休閒度假住宅、second home、購買行為

摘要：結合住宅與休閒的 Second home 之相關議題，在歐美國家已經盛行多年，且其研究多半探討 Second home 的功能和擁有者的購買動機，以及對鄉村地區的衝擊和影響，然而，在國內則無 Second home 的相關研究。因此，本研究希望瞭解 Second home 在台灣的潛在市場以及國人對於購買 Second home 的購買動機與購買吸引力，並探討潛在市場之特性與差異，提供給業者未來推展 Second home 之參酌。本研究之調查地點為高速公路國道 3 號之清水服務區，實得有效問卷數為 505 份。經統計分析後之研究結果顯示：潛在購買者購買 Second home 最大原因為假日度假，購買最重要的考慮因素為周遭自然環境狀況，並且會選擇鄰近田園景觀者為最多；整體而言，能接受價格為 301~600 萬元，造訪頻率以一個月一次為最多。依據本研究結果，未來，休閒度假住宅銷售業者可依據本研究特徵與差異性審慎評估，選擇適合的利基市場，研擬行銷策略；或提供給政府機關未來推廣休閒度假住宅之地點選擇參考依據。

前 言

週休二日的實施，增加了個人每週平均的休閒時間，也因此逐漸改變了人們的休閒觀念並且提升了大眾之休閒生活水準。利用休閒度假來抒解工作壓力、不再視度假為浪費金錢的活動等等改變，均顯現出人們對其休閒需求以及休閒活動類型日益重視。而台灣地區近十年來，隨處可見休閒及遊憩產業的發展，這不僅反應出新的生活方式，休閒遊憩活動及產品也漸趨多元化，結合住宅與休閒的 Second home 亦可歸類於休憩產品之一。Second home 是藉由人們與空間的互動過程，獲得遠離日常生活的體驗或是逃離原來所處環境達

1). 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2). 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

到紓解壓力的功能的一種休閒遊憩產品，盛行在歐美地區，提供了現代人一個新的度假方式選擇。在台灣，也隨著住宅的普及化，民眾對於居住品質和購屋觀念也有所改變，這種結合住宅與休閒的 Second home 在此潮流下因運而生。

Second home 就字面上翻譯可稱之為第二個家，Second home 的擁有者大部分的時間居住在自己主要的房子，在特定季節、週末的時候使用 Second home，它是一年當中非經常性使用的家。在歐美地區擁有 Second home 的人很多，Second home 像是一個度假的房子並且具有休閒遊憩的目的。換言之，Second home 也許是週末的家，也許是冬天避寒的好去處，也可以是度假的家，而購買 Second home 也有可能成為未來永久的移民或是退休後的住所。

Second home 在很多開發中的國家，被視為是當前重要的一種休閒遊憩的生活型態。Second home 的主要定義為 Second home 擁有者除了 Second home 之外，必須在其它地方擁有另一個度過其大部分時間的主要居住地，而且還要擁有 Second home 及永久居所的所有權或長期契約(Hall & Müller, 2004)。Second home 可以作為投資、度假、租賃、或是退休永久住所，比起其他的投資具有低風險和永久保值功能(Kelly & Tuccillo, 2004)。Clout (1977) 就 Second home 購屋的動機或目的歸納出以下四種看法：(1)都市生活的延伸、(2)理財上的投資需求、(3)短期居住的目的及(4)長期做為退休的住所。在台灣地區房屋自有率不斷提高的情況下，有許多人購買第二棟以上的房屋是以投資或保值為目的，本研究中的 Second home 雖不排除這樣的附加價值，但仍以強調自用的休閒遊憩功能為主，因此，本研究對 Second home 的定義是一種休閒遊憩商品。

Second homes 的位置通常都是聚集在一個舒適的鄉村景觀和自然環境中，並且吸引了許多旅遊者和住在鄰近城市的人前來購買(Hiltunen, 2007)。Coppock (1977)認為，以全球來看，Second home 分布與主要人口中心的距離、地區的品質和特性、有無海、河、湖及其他休閒遊憩資源、是否能取得土地、還有氣候狀況皆會影響購買者對 Second home 的選擇。Spotts (1991)也指出 Second home 多聚集在有湖泊、溪流、森林或其他自然資源的地區。由此可知，Second home 的吸引力與居住環境息息相關，然而，「居住環境」應包含居住環境品質在內，而住宅品質的好壞直接影響居住者的生活，也關係到住宅消費者的購買意願，故具備相當品質水準的 second home，相信能夠提高消費者購買意願，更是消費者選購時的要求。故本研究中探討消費者對 second home 消費行為，住宅建物的實質屬性便成為重要的吸引力因素。

住宅消費動機具有多元性，而本研究中的 second home 不只是單純的投資或換屋自住，也可能同時具有多種目的，故消費者的態度應該會受住宅實質環境因素考量之影響，並且可知，居住環境的屬性將會影響消費者對 second home 的偏好，進而影響購買吸引力，於是本研究將有關居住環境及住宅各項特徵和屬性之相關研究做整理及歸納，如表 1 所示：

表 1. 住宅各項特徵歸納表

Table 1. Analysis of various housing features based upon previous studies.

學者	年代	特徵偏好名稱	歸納類別
許東旭	2000	生活便利性	工作地點、商業區、住宅區、停車場、學校距離、鄰近市中心、鄰近醫院
章耀玲	1997		
吳俊賢	2001		
Hite	1998		
King	1976		
McMillan et al.	1980	居室舒適性	住宅格局、住宅視野、住宅坪數、樓層數
許東旭	2000		
章耀玲	1997		
吳俊賢	2001		
劉秀玲	1992		
Nelson et al.	1992		
Follain & Jimenez	1992		
King	1976		
McMillan et al.	1980	居住品質	空氣、鄰居水準、環境衛生、公共設施、治安、保全
許東旭	2000		
Nelson et al.	1992		
Follain & Jimenez	1992		
McMillan et al.	1980	安全性、耐久性	住屋之鋼骨結構
許東旭	2000		
King	1976		
McMillan et al.	1980		

資料來源：引自沈德裕(2003)及本研究整理

綜合以上，本研究亦根據國內文獻洪益源(1984)；林瑞山(1992)；黃錦鈴(1994)；何志明(1998)；張春龍(2000)；；許東旭(2000)；章耀玲(1997)、吳俊賢(2000)等人，並結合李彥希(2006)及觀光遊憩資源類型中的遊憩區屬性，依據本研究需要做問項篩選，整理出購屋時，對於住宅選擇之考慮因素，並依據研究需要發展問卷中購買吸引力的問項，也將其歸納為購買吸引力之七大構面，其中包括：住宅內部品質、住宅外部品質、鄰近自然狀況、公共及遊憩設施、生活便利性、鄰里關係及服務與經營管理七大構面。

然而，結合住宅與休閒的 Second home 之相關議題，在歐美國家已經盛行多年，且其研究多半探討 Second home 的功能和擁有者的購買動機，以及對鄉村地區的衝擊和影響。並且，在國內尚無 Second home 的相關研究。而近年來由於休閒遊憩的習慣轉變，台灣一部分的人開始「島內移民」，追求夢想中的桃花源，捨棄繁忙、便利的都市，搬遷到鄉下

或山上生活。除此，亦由於「居遊風」的興起，因此常常可見擁有山水海景、溫泉等資源的休閒住宅之興建預售，吸引許多國內外投資客購買。由此顯示，台灣地區休閒住宅確有其發展潛力。因此，本研究希望瞭解 Second home 在台灣之潛在市場以及國人對於購買 Second home 的購買動機與購買吸引力，藉以深入瞭解潛在的休閒住宅消費族群的特性。探討其特性與差異，提供給業者未來推展 Second home 之參酌。

研究方法

一、抽樣方法

本研究希望瞭解 Second home 在台灣之潛在市場以及國人對於購買 Second home 的購買動機與購買吸引力，並探討潛在市場之特性與差異。在調查工具方面，本次採用問卷調查法，主要研究對象母體為台灣地區一般民眾，為方便調查且具代表性，故選擇高速公路國道 3 號之清水服務區為調查地點進行問卷調查。問卷調查時間為九十七年四月十七日至二十日，抽樣對象為清水服務區之商店區及戶外八大景區之遊客。

二、研究設計

依據前述文獻回顧理論基礎、研究架構及研究假設，研擬本研究之問卷內容。問卷包含三個部分內容詳述如下：

第一部分為受測者對 Second home 的購買動機及行為，第二部分為當受訪者在選購 Second home 時，哪一些因素將有助於提升購買 Second home 的吸引力；第三部分則為受訪者基本資料。

1. 購買動機和行為

此部分問項主要根據文獻回顧有關 Second home 定義、特性以及相關研究發展本研究問卷之問項，問項包含購買動機及行為，此部分問項等級屬類別尺度。

2. 購買吸引力

此部分問卷內容中詢問受訪者的問題為：當您在選購 Second home 時，以下因素將有助於提升購買 Second home 的吸引力，請您針對下列問項勾選適當的答案，並且問卷內容皆以李克特量尺作為測量尺度，區分為「非常同意」、「同意」、「普通」、「不同意」、「非常不同意」，並以 5 至 1 分計分方式來量測，題目問項如表 2 所示。

表 2. 購買吸引力量表

Table2. The Measurement scale of purchase attraction.

購買吸引力量表
1.室內採光佳 (如：住屋之通風性、採光性)
2.環境安寧
3.住屋所處區位景觀視野佳
4.環境衛生佳
5.格局與內部空間設計佳(如：隔間規劃、客廳寬敞)
6.當地空氣清新
7.建材品質佳 (如：住屋之室內材料)
8.價錢合理
9.鄰居水準好
10.建物形式佳 (如：住屋外觀)
11.住屋所處區位的治安情況佳
12.住屋本身實際坪數適當
13.交通便利
14.房屋本身私密性高
15.有公園綠地
16.停車方便
17.房屋坐落方向適當
18.排水設施佳
19.有增值的可能性
20.逃生設備佳
21.安全設備系統佳
22.購物方便
23.屋齡適當
24.有休閒遊憩設施(如：健身游泳池等休閒設備)
25.水電管線等管線設計佳
26.住屋之鋼骨結構佳
27.購屋之付款條件佳
28.有河域湖泊資源
29.貸款額度適當
30.當地季節性分明
31.產權資料清楚
32.有警衛及保全人員
33.有體能型活動之提供(如：高爾夫球、游泳、網球、健行、腳踏車、綜合運動)
34.有海岸海洋生態資源
35.有溫泉資源

購買吸引力量表
36.住屋所處樓層適當
37.有可提供步行的開放空間
38.建物取得方式清楚
39.貸款年數適當
40.有促銷方案
41.建設公司有售後服務
42.鄰近醫院
43.有特殊地形地質資源

3.受訪者基本資料

此部分問項包括性別、年齡、職業、教育程度、個人月收入、婚姻狀況、目前居住房子情況、居住地等。

(三) 資料分析

本研究共發放 570 份問卷，回收後有效問卷為 505 份，無效問卷為 65 份，回收率為 88.6%，並將有效問卷使用 SPSS 統計軟體配合研究目的進行各項分析。

結果與討論

一、購買者之購買動機及行為

1. 是否有聽過 Second home

有關受訪者此問項之回答以有聽過者最多，共計 263 位，佔有效樣本數的 51.2%；然而沒有聽過者共計 242 位，有效百分比為 47.9%。

2. 購買 Second home 之最大原因

受訪者購買 Second home 之最大原因以假日度假最多，共計 239 位，佔有效樣本數的 47.4%；其次為退休後住所，共計 174 位，有效百分比為 34.5%。

3. 購買 Second home 之重要考慮因素

受訪者購買 Second home 之最重要考慮因素以周圍自然狀況為最多，共計 309 位，佔有效樣本數的 61.3%；其次為房屋本身狀況，共計 66 位，有效百分比為 13.1%。

4. 購買 Second home 會選擇之鄰近景觀類型

受訪者購買 Second home 會選擇之鄰近景觀類型以田園景觀為最多，共計 142 位，佔有效樣本數的 28.2%；其次為海岸景觀，共計 117 位，有效百分比為 23.2%。

5. 購買 Second home 之可接受價格

受訪者購買 Second home 之可接受價格以 301~600 萬元為最多，共計 198 位，佔有

效樣本數的 39.4%；其次為 601~900 萬元，共計 120 位，有效百分比為 23.9%。

6. 購買 Second home 之造訪頻率

受訪者購買 Second home 之可能造訪頻率以一個月為最多，共計 172 位，佔有效樣本數的 34.1%；其次為每週，共計 94 位，有效百分比為 18.7%。

7. 欲購買 Second home 之選擇地區

受訪者想要購買 Second home 之地區以台灣中部為最多，共計 176 位，佔有效樣本數的 35.0%；其次為北部，共計 151 位，有效百分比為 30.0%。

8. 欲購買 Second home 之選擇縣市

又將其細分為縣市時，受訪者想要購買 Second home 之地區以南投縣市為最多，共計 81 位，佔有效樣本數的 16.1%；其次為宜蘭縣市，共計 76 位，有效百分比為 15.1%；再者以花蓮縣市，共計 75 位，有效百分比為 14.9%。

二、購買吸引力

購買吸引力之問項共計有七大構面(住屋內部品質、住屋外部品質、鄰近自然狀況、公共及遊憩設施、生活便利性、鄰里關係、服務及經營管理)，共有 43 項題目，所有變數之衡量採取李克特五尺度量表，受訪者將其對每一個項目之認同度以「非常同意」、「同意」、「普通」、「不同意」、「非常不同意」，並以 5 至 1 分計分方式來量測，受訪者之購買吸引力同意度分析如表 3 所示。

受訪者對於「住宅內部品質」方面，以「室內採光(住屋之通風性、採光性)」、「格局與內部空間設計(隔間規劃、客廳寬敞)」兩問項的認同度較高，可見受訪者對於購買 Second home 時，若房屋本身此兩項條件能提供良好狀態便可增加其購買吸引力。

受訪者對於「住宅外部品質」方面，認為有良好的「排水設施」、「安全設備系統」以及「逃生設備」能夠增加購買 Second home 時之購買吸引力。相對之下，購買者在購買 Second home 時，對於「屋齡」、「房屋坐落方向」較不在意。

而在「鄰近自然狀況」的構面選項中，以「住屋所處區位景觀視野」、「當地空氣清新」兩項為購買者認為重要的吸引力選項，再者，在「公共及遊憩設施」這一個構面中，受訪者認為「有提供步行的開放空間」、「有公園綠地」為重要的吸引力選項，然而，在「生活便利性」這個構面上，受訪者認為「停車方便」、「交通方便」為重要的吸引力選項。

受訪者對於「鄰里關係」這一個構面中，「環境衛生」、「環境安寧」以及「鄰居水準」，皆認為是重要的吸引力考慮因素，也顯示了購買者對於鄰里關係的重視。最後，「服務及經營管理」構面中，受訪者認為「產權資料清楚」、「價錢合理」是購買 Second home 時十分重要的因素，在這一個構面的其他選項之分析結果也顯示了消費者對交易買賣中的許多細節的重視。

表 3. 購買吸引力同意度分析表

Table3. The Analysis of the agreement level of purchase attraction.

	問項	認同度百分比					平均值	標準差
		非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意		
住宅品質內部	1.室內採光 (住屋之通風性、採光性)	0.6	0.4	3.8	37.8	57.4	4.51	0.649
	5.格局與內部空間設計 (隔間規劃、客廳寬敞)	0.4	0.4	8.3	40.6	50.3	4.4	0.692
	7.建材品質 (住屋之室內材料)	0.4	0.6	12.3	43.5	43.1	4.28	0.731
	12.住屋本身實際坪數	0.4	0.2	12.9	49.9	36.6	4.22	0.7
	25.水電管線等管線設計	0.4	1.6	11.9	42.6	43.6	4.27	0.762
住宅外部品質	10.建物形式 (住屋外觀)	0.6	0.4	14.1	46.4	38.4	4.22	0.741
	14.房屋本身私密性	0.6	1.6	15.6	44.0	38.2	4.18	0.791
	17.房屋坐落方向	0.6	1.4	20.7	43.9	33.4	4.08	0.803
	18.排水設施	0.4	0.8	8.6	42.0	48.2	4.37	0.708
	20.逃生設備	0.4	1.0	10.5	40.0	48.1	4.34	0.737
	21.安全設備系統	0.4	0.4	9.9	41.4	47.9	4.36	0.708
	23.屋齡適當	0.6	1.2	20.4	47.4	30.4	4.06	0.779
	26.住屋之鋼骨結構	0.8	0.8	12.9	38.2	47.3	4.3	0.783
鄰狀近況自然	36.住屋所處樓層	0.6	0.6	21.8	47.7	29.3	4.05	0.766
	3.住屋所處區位景觀視野	0.4	0	3.6	35.5	60.5	4.56	0.605
	6.當地空氣清新	0.4	0.2	3.8	32.7	62.9	4.58	0.616
	28.有河域湖泊資源	1.6	4.8	27.2	37.5	29.0	3.88	0.939
	30.當地季節性分明	1.2	4.8	29.3	37.0	27.7	3.85	0.921
	34.有海岸海洋生態資源	1.0	5.0	31.0	38.6	24.5	3.81	0.898
	35.有溫泉資源	2.0	4.2	34.7	38.4	20.8	3.72	0.906
	43.有特殊地形地質資源	2.0	6.0	40.9	31.5	19.6	3.61	0.933
施設	15.有公園綠地	0.8	2.4	20.2	41.0	35.6	4.08	0.848
	24.休閒遊憩設施 (如：健身游泳池等休閒設備)	2.4	6.0	33.2	35.4	23.1	3.71	0.966
	33.有體能型活動(高爾夫球、游泳、網球、健行、腳踏車、綜合運動)	2.6	3.2	30.9	40.6	22.8	3.78	0.921
	37.有提供步行的開放空間	0.4	0.6	13.3	46.9	38.8	4.23	0.727
性生活便利	13.交通便利	0.4	1.8	19.0	41.8	37.0	4.13	0.807
	16.停車方便	0.6	1.0	8.9	42.2	47.3	4.35	0.732
	22.購物方便	0.8	3.0	28.4	40.7	27.2	3.9	0.859
	42.鄰近醫院	1.2	3.8	21.6	44.8	28.7	3.96	0.933
鄰里關係	2.環境安寧	0.4	0.2	4.4	39.6	55.5	4.5	0.631
	4.環境衛生	0.6	0	3.2	37.3	58.9	4.54	0.62
	9.鄰居水準	0.6	0.8	9.9	42.1	46.5	4.33	0.735

	問項	認同度百分比					平均值	標準差
		非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意		
	11.住屋所處區位的治安情況	0.4	0.2	5.1	31.9	62.4	4.56	0.64
服務及經營管理	8.價錢合理	0.4	0	7.7	37.5	54.4	4.45	0.672
	19.增值的可能性	1.0	2.2	21.0	37.9	37.9	4.1	0.871
	27.購屋之付款條件佳	0.8	1.0	13.7	42.9	41.6	4.23	0.781
	29.貸款額度適當	0.8	1.0	17.7	46.6	33.9	4.12	0.784
	31.產權資料清楚	0.6	0.2	5.5	31.3	62.4	4.55	0.665
	32.警衛及保全人員	2.2	4.8	27.4	36.1	29.6	3.86	0.969
	38.建物取得方式	0.4	0.8	10.1	42.3	46.4	4.34	0.722
	39.貸款年數適當	0.6	0.6	17.1	47.8	33.9	4.14	0.754
	40.有促銷方案	1.0	2.4	24.9	42.4	29.3	3.97	0.853
	41.建設公司有售後服務	0.8	1.0	11.7	39.8	46.7	4.31	0.777

結 論

本研究之研究結果整理說明如下：

一、樣本社經背景之描述

本研究回收之受訪者有效樣本數為 505 份，受訪者中以女性略多，年齡以 31~40 歲者最多，職業以軍公教人員為最多，居住地以北部地區為最多，月收入以 20001~40000 元為最多，教育程度以大專(學)為最多，婚姻狀況以未婚者為最多，目前居住房子狀況以自有為最多。

二、購買動機及行為

受訪者以有聽過 Second home 者為最多，受訪者購買 Second home 最大原因為假日度假，購買最重要的考慮因素為周遭自然環境狀況，並且會選擇鄰近田園景觀者為最多，其次為選擇海岸景觀；整體而言，能接受價格為 301~600 萬元，可能造訪頻率以一個月一次為最多，若購買 Second home 地點則以選擇中部地區者為最多，若以縣市區分則以南投縣市為最多，其次為宜蘭縣市，再者為花蓮縣市。

三、購買吸引力

購買吸引力之問項共計有七大構面(住屋內部品質、住屋外部品質、鄰近自然狀況、公共及遊憩設施、生活便利性、鄰里關係、服務及經營管理)，與 43 項題目。

對於「住宅內部品質」方面，以「室內採光(住屋之通風性、採光性)」、「格局與內部空間設計(隔間規劃、客廳寬敞)」兩問項的認同度較高，可見受訪者對於購買 Second home 時，若房屋本身此兩項條件能提供良好狀態便可增加其購買吸引力；受訪者對於「住

宅外部品質」方面，認為有良好的「排水設施」、「安全設備系統」以及「逃生設備」能夠增加購買 Second home 時之購買吸引力。相對之下，購買者在購買 Second home 時，對於「屋齡」、「房屋坐落方向」較不在意；而在「鄰近自然狀況」的構面選項中，以「住屋所處區位景觀視野」、「當地空氣清新」兩項為購買者認為重要的吸引力選項，再者，在「公共及遊憩設施」這一個構面中，受訪者認為「有提供步行的開放空間」、「有公園綠地」為重要的吸引力選項，然而，在「生活便利性」這個構面上，受訪者認為「停車方便」、「交通方便」為重要的吸引力選項；受訪者對於「鄰里關係」這一個構面中，「環境衛生」、「環境安寧」以及「鄰居水準」，皆認為是重要的吸引力考慮因素，也顯示了購買者對於鄰里關係的重視。最後，「服務及經營管理」構面中，受訪者認為「產權資料清楚」、「價錢合理」是購買 Second home 時十分重要的因素，在這一個構面的其他選項之分析結果也顯示了消費者對交易買賣中的許多細節的重視。

參 考 文 獻

- 何志明。1998。消費者住屋購買行為關鍵因素之研究—以台北都會區為例。碩士論文。國立中興大學企業管理學系。台中。
- 李彥希。2006。台灣地區景觀美感因素結構之研究—以台灣國家公園為例。博士論文。國立中興大學園藝學系。台中。
- 沈德裕。2003。消費者偏好、資訊媒體與政府住宅政策對購屋意向影響之研究—以台中縣市為例。碩士論文。朝陽科技大學企業管理研究所。台中。
- 林瑞山。1992。台北市民生活型態對於購買房屋行為影響之研究。碩士論文。中興大學企業管理研究所。台中。
- 吳俊賢。2001。家戶住宅選擇模型及家戶競爭模型之實證比較分析。碩士論文。成功大學都市計劃學系。台南。
- 洪益源。1984。高雄市住屋市場購買行為及其利益區隔之研究。碩士論文。中山大學企業管理研究所。高雄。
- 許東旭。2000。台中地區住宅市場發展趨勢之研究。碩士論文。逢甲大學建築及都市計劃學系。
- 黃錦玲。1994。台北市住宅購買行為之研究。碩士論文。交通大學管理科學研究所。新竹。
- 張春龍。2000。住宅選擇模型之研究—以台南市為例。碩士論文。長榮管理學院經營管理研究所。台南。
- 章耀玲。1997。台南市住宅預售價格影響因素之研究。碩士論文。國立成功大學統計學系。台南。
- Clout, H. D. 1977. Residences secondaires in France, in second home: Blessing or Curse? Ed. J.

- T. Coppock, New York: Pergamon Press. p.47-62.
- Hall, C. M., and D.K. Müller. 2004. Introduction: second homes, curse or blessing? revisited. In: Hall, C.M. (ed.) *Tourism, Mobility & Second Homes: Between Elite Landscape and Common Ground*, Univ of Toronto. p.3-14.
- Hiltunen, M. J. 2007. Environmental Impacts of Rural Second Home Tourism -Case Lake District in Finland. *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism*. 7(3): 243-265.
- Kelly, T. and J. Tuccillo . 2004. *How a Second Home Can Be Your Best Investment*.
- Spotts, D. 1991. *Travel and tourism in Michigan: a statistical profile*, 2nd ed. Travel, Tourism, and Recreation Resource Centre, Michigan State University, East Lansing, Michigan.

A Study on Exploring the Potential Purchase Attraction of Second Home in Taiwan

Chi-Chen Chiang ¹⁾ Sheng-Jung Ou ²⁾

Key words: Second home, Leisure housing, Purchase behavior

Summary

The related issues of second home, integrating housing with leisure concept, have been frequently discussed in western countries in recent years. Most of the researches have focused on the functions of second home, owners' purchase motivation, and the impact on countryside areas. On the contrary, the concept of second home has just been brought up few years ago, not many second home related researches have been done. Therefore, the major purpose of this study is to understand the potential market of second home and possible purchase motivation and attraction in Taiwan. Meanwhile, this study also tries to discuss the characteristics and the differences between segments in order to provide the related business with valid information for future development. This study uses questionnaire survey as a tool to collect the required data from Ching-Sheui Service Area in Formosa Freeway. Totally, 505 valid samples were collected. For most of the respondents, the major motivation of buying second home is for vacation on the weekend. The most important consideration factor of buying second home is the situation of surrounding natural environment, especially, whether the site of second home is adjacent to pastoral landscape or not. As to the acceptable price and visiting frequency, most of respondents feel that 3,010,000 to 6,000,000 NTD is fair enough and will visit their second home once a month. Overall to say, The second home related business can carefully evaluate, select the most appropriate market niche, and propose marketing strategies based upon the results shown in this study.

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

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

興大園藝

第三十三卷 第二期

- 低溫貯藏前熱風處理對'富有'甜柿果實品質之影響
.....林建志 謝慶昌..... 1
- 套袋材質對'珍珠拔'番石榴果實生長及物化成分之影響
.....王歆婷 林慧玲.....15
- 桃的 ISSR 指紋圖譜分析
.....張靜誼 溫英杰 倪正柱.....31
- 嫁接絲瓜與南瓜砧木對'碧華'與'粉青'苦瓜維管束癒合與
植株生長之研究
.....施驊倫 宋 好.....47
- 百香果柱頭與花柱自交不親和性蛋白質合成之研究
.....卓俊銘 許圳塗 曾夢蛟.....61
- 芭菲爾鞋蘭與絲核菌之共生發芽
.....陳珈祥 王才義.....77
- 栽培介質理化性之變化對蝴蝶蘭營養生長之影響
.....伊藤真廣 林瑞松.....89
- 行道樹樹種選擇專家系統建立之研究
.....林怡秀 歐聖榮 李俊憲.....103
- 北宜高速公路開通後對宜蘭地區民宿經營之影響-以北部地區為例
.....沈鈺婷 歐聖榮 黃郁琇.....119

國立中興大學園藝學系

中華民國九十七年六月編印

低溫貯藏前熱風處理對‘富有’甜柿果實品質之影響

林建志¹⁾ 謝慶昌²⁾

關鍵字：‘富有’甜柿、熱風處理、貯藏、品質、離子滲漏率

摘要：‘富有’甜柿果實在經低溫貯藏後會產生褐化、軟化等徵狀，此為縮短長期貯藏壽命之主要原因。本試驗之目的在建立‘富有’甜柿貯藏前熱風處理最適條件，探討果實褐化之發生因子，期能減少貯藏期間柿果之褐化與軟化之發生以降低損耗，提高果實貯藏品質，以增加柿果貯藏壽命，達到延長柿果供貨期之目的。柿果貯藏前，在密閉空間內以 1 ppm 1-MCP 處理 8 小時，熱風處理則是將果實在 46℃、49℃、52℃ 及 55℃ 分別進行 1 至 4 小時之處理，再貯藏於 1℃ 下環境，於 2 個月時回溫 2 天(48 小時)後取樣。結果顯示貯藏前利用熱風處理相較於對照組，其對‘富有’甜柿果實乙烯釋放率、果皮褐化程度皆有顯著的抑制效果，且能維持良好的硬度，苯丙胺酸脫氨裂解酶(PAL)活性被抑制，總酚類化合物含量、離子滲漏率則明顯降低，至於多酚氧化酵素活性則無明顯的影響。

前 言

‘富有’甜柿(*Diospyros kaki* L. cv. Fuyu)為柿樹科(Ebenaceae)柿屬(*Diospyros*)之多年生落葉性溫帶果樹，果實在樹上成熟過程中可自然脫澀，屬於完全甜柿(pollination constant and non-astringent, PCNA)品種，採後可直接食用。消費者對‘富有’甜柿的消費習慣上喜歡脆、多汁的質地，風味喜好香甜，外觀顏色以橙色較為討喜；但‘富有’甜柿果為更年性果實，採收後易後熟而軟化，降低其可售性，使櫥架壽命縮短。‘富有’柿果產期集中在 11 至 12 月，台灣所產甜柿幾乎內銷，以 8A(約 300g)等級為較多，其價格隨愈近農曆過年愈高，因此，利用低溫貯藏延長供貨期，應有實際之需要。但其果實貯藏於低溫下卻容易發生寒害。MacRae(1987)指出，‘富有’柿果的寒害徵狀包括：果實內部組織快速崩解，細胞間缺乏凝聚力，產生軟化及喪失多汁性，嚴重寒害的果實會產生果皮或果肉的褐化

1) 國立中興大學園藝系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝系副教授，通訊作者。

(browning)和果肉呈現膠狀化(gelling)。在本實驗室研究中發現，不同採收期之‘富有’柿果在 1℃貯藏前或貯藏後以 53℃-50 分鐘溫湯處理，能夠有效降低寒害徵狀之發生(黃氏，2005)。所以本試驗目的在探討貯藏前之不同熱風處理方法對‘富有’柿果貯藏後品質的影響，同時調查乙烯所扮演角色、熱風處理後褐化酵素活性之變化與確認能於商業使用的採後熱風處理應用技術，減少貯藏期間柿果寒害與軟化之發生以降低損耗，提高果實貯藏品質，創造更高產值。

材 料 及 方 法

一、材料來源

試驗材料以台中縣和平鄉雙崎地區(海拔約 650 公尺)練姓農民所栽培之‘富有’甜柿為試驗材料。供試果實採收皆為商業果園同區之果樹，果實採收後以塑膠籃包裝立即運送回實驗室，進行試驗調查與分析。

二、試驗方法

於 2007 年 11 月 20 日採收果實，挑選無機械性傷害及病蟲害的果實為樣品，供試驗果實大小為 200-300 公克，果皮顏色呈黃綠色(L、a、b 分別為 50、27 及 53)。處理方式分為對照組與熱風處理組，果實採收後先在常溫下($23\pm 2^{\circ}\text{C}$)處理 1 ppm 1-MCP 8 小時，之後進行熱風處理，熱風處理溫度條件為 46℃、49℃、52℃及 55℃，處理持續時間分別為 1、2、3 和 4 小時，熱風處理後置於常溫下將果實冷卻後逐果以聚乙烯袋(0.03 mm)套袋，袋口扭結不密封，然後置於 $1\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 下貯藏，貯藏期為 2 個月，在貯藏後回溫(25°C)48 小時後分別取樣調查，回溫期間每日以人為判定方式調查果實顏色與硬度。每次處理每組取樣 14 果供調查，貯藏後回溫調查為 9 重複，每一重複為 1 個果實。

三、調查項目及分析方法

果皮褐化程度調查，其果實褐化程度之表示亦由一人利用視覺判定，判定以果皮褐化面積，0=沒有褐化；1=褐化面積 $\leq 25\%$ ；2=褐化面積 25—50%；3=褐化面積 50—75%；4=褐化面積 75—90%；5=褐化面積 $> 90\%$

果肉軟化程度利用手指輕壓果實以感覺軟硬程度，並以評分方式表示，0=為極軟且腐敗不具商品價值；1=為已軟化但仍可食用；2=為微軟；3=代表硬且無軟化現象。

果皮顏色之測定在待測柿果於果實之赤道處以色差儀(Handy colorimeter, Nippon Denshoku 出品，Model NR-3000)測定 L 值，每一果實測定一點。L 值表示果實明亮度。

果肉硬度將柿果自果頂 1/3 處橫切，於心室間果肉處之切面上以硬度計(Penetrometer F327)測單位面積內穿刺果肉所需最大重量，每個果實測量切面上對應之兩點求其平均值。讀取單位為 1 b/cm^2 ，並將讀值換算為牛頓力(N)，作為表示硬度之單位。

果實乙烯釋放率將待測的柿果稱重後，置入已知體積的呼吸缸中密閉 1 小時，再以塑

膠針筒分別抽取缸內氣體 1 ml 分析乙烯濃度，乙烯以氣相層析儀分析(gas chromatograph, Shimadzu. Model GC-8A-FID)，再換算為速率，單位分別以 ml CO₂/kg/hr 及 μ l C₂H₄/kg/hr 表示。

苯丙胺酸脫氨裂解酶(PAL)活性之分析，取新鮮果肉 2 g，置於預冷之研鉢中，加入 5 ml 之 0.1 N 硼酸緩衝液(pH8.8，含 1% PVP、2 mM EDTA 及 5 mM 2-mercaptoethanol)及適量海砂，磨碎後倒入離心管中；置於 4℃ 恆溫箱中振盪 1 小時；4℃、20000×g 離心 20 分鐘，取上層澄清液備用；上層澄清液測定前先置於 40℃ 下活化 15 分鐘；取上清液 0.1 ml 加上 2.9 ml 的 60 mM L-苯丙胺酸；令亦是取上清液 0.1 ml 加上 2.9 ml 的 0.2 N 硼酸緩衝液為背景值 blank，兩者迅速混合後於 40℃ 下反應 1 小時，而後以 0.1 mM 6 N 的 HCl 停止反應；以 290 nm 測其吸收值之變化。

總酚類化合物，稱取 1 g 之新鮮果皮(以水果刨刀削下厚度約 0.1-0.2 公分之果皮部分)或果肉置於冰浴中的研鉢內，加入 5 ml 之 0.1M 磷酸緩衝溶液(pH 7.0)及適量的海砂，磨碎後倒入離心管中，在 4℃ 下，以 20000×g 離心 20 分鐘，過濾後取上清液備用。分析時，取適量上清液稀釋至 1 ml，加入 0.1 mL 之 Folin-Cio-Calteu's phenol reagent、0.2 ml 之 20% Na₂CO₃ 及 8.7 ml 之去離子水，混合均勻後，在沸水中煮沸 3 分鐘，取出後迅速冷卻，以分光光度計(Hitachi U-2000)測定在 660 nm 波長下的吸收值。標準曲線以 100 ppm caffeic acid 配製。單位以 μ g/g.FW 表示。

多酚氧化酵素活性之測定，稱取 1 g 之新鮮果皮(以水果刨刀削下厚度約 0.1-0.2 公分之果皮部分)或果肉置於冰浴中的研鉢內，加入 5 ml 之 0.1 M 磷酸緩衝溶液(pH 7.0，含 1% PVP 及 0.25% Triton)及適量的海砂，磨碎後倒入離心管中，在 4℃ 下，以 20000×g 離心 20 分鐘，過濾後取上清液備用。活性測定時取 1.9 ml 之 0.1M 磷酸緩衝液(pH 8.0)，加入 0.2 ml 之 0.5 M Catechol，最後加入 0.1 ml 之酵素抽出液(上層澄清液)，迅速混合均勻後，以分光光度計(Shimadzu UV-200S)及記錄器記錄在 420 nm 波長下反應初期(0-60 秒)吸收值的變化。單位以 $\Delta A/\text{min/g.FW}$ 表示。

離子滲漏率之測定，以打孔器(直徑 0.9 mm)取厚度約為 2 mm 果實果皮圓片，每果取三個圓片，隨後置入裝有 10 ml 0.4 M 甘露糖醇(Mannitol)之瓶中，於室溫下振盪 3 小時，以電導度測定儀(Suntex, conductivity meter, SC-170)測初電導度。再將樣品冷凍於 -20℃ 下，隔天取出後進行解凍並振盪 3 小時，測終電導度。離子滲漏率之計算方式：離子滲漏率(%)=(初電導度/終電導度)×100%。

結 果

‘富有’甜柿之果實，經低溫 1℃ 貯藏 2 個月後，其熱處理條件 46℃-3 hr、46℃-4 hr、49℃-2 hr、52℃-2 hr、52℃-3 hr、52℃-4 hr 及 55℃-2 hr 能有效抑制果實褐化，褐化指數明顯低於對照組果實(表 1)。於果實軟化程度，經低溫 1℃ 貯藏 2 個月後，熱處理和對照

果實相較之下，熱處理條件如 46°C-2 hr、46°C-3 hr、49°C-3 hr、49°C-4 hr、52°C-3 hr、52°C-4 hr、55°C-2 hr、55°C-3 hr 及 55°C-4 hr 皆能有效抑制果實軟化，軟化指數明顯低於對照組果實(表 1)。明度(Lightness)在色彩的色相中表示明暗程度的變化，稱之「明度」，通常以白色的明度為最高，經低溫 1°C 貯藏 2 個月後，在常溫 25°C 下回溫 48 小時，熱處理條件 46°C-2 hr、46°C-3 hr、52°C-3 hr、52°C-4 hr 及 55°C-2 hr 其果實外觀果皮有較好的明度(表 1)。在果實硬度，經低溫 1°C 貯藏 2 個月後，在常溫 25°C 下回溫 48 小時，熱處理條件 46°C-3 hr、52°C-4 hr、55°C-3 hr 及 55°C-4 hr 則能保持果實硬度(表 1)。乙烯釋放率，在 1°C 貯藏 2 個月其熱風處理乙烯釋放率沒有明顯被抑制，對照組乙烯釋放率為 0.028 $\mu\text{l/kg-hr}$ ，只有部份熱處理條件其乙烯釋放率受到抑制(圖 1)，於 25°C 回溫 48 小時，其部份熱風處理果實之乙烯釋放率皆有明顯抑制的現象，只有 52°C-4 hr 乙烯釋放率比對照組乙烯釋放率高(圖 2)。

‘富有’甜柿貯藏前熱風處理其果肉內苯丙胺酸脫氨裂解酶(Phenylalanine ammonia lyase, PAL)活性有上升的現象，果實利用 52°C-3hr 的熱風處理，貯藏於 1°C 3 個月，其酵素活性比對照組高，但於 25°C 回溫 2 天，酵素活性則比對照組低的趨勢，雖然在統計上並不顯著(表 2)。總酚類化合物(Total phenolic compounds content, TPC)含量皆有增加的現象，在經由 1°C 貯藏 3 個月果實，其對照組總酚類化合物含量則比熱處理低，但於 25°C 回溫 2 天，對照組總酚類化合物含量則比熱處理高(表 3)。多酚氧化酵素活性(Polyphenol oxidase activity, PPO)活性有上升的現象，在經由 1°C 貯藏 3 個月果實，其對照組多酚氧化酵素活性則比熱處理高，但於 25°C 回溫 2 天，熱風處理果實之多酚氧化酵素活性則比對照組高(表 4)。在果肉相對滲漏率則有明顯低於對照組果實，其經低溫 1°C 貯藏 3 個月對照組果實相對滲漏率為 56%，熱處理果實相對滲漏率則為 47%(圖 3)。

討 論

‘富有’為甜柿的主要品種，栽培面積有 1624 公頃，佔甜柿栽培總面積的 76% (林和張, 2004)。「富有」為高單價之水果，相較於其他品種之柿果具有較高的經濟價值。台灣目前‘富有’甜柿之產地主要集中在中部山區，約海拔 600-1000 公尺地區，產期一般集中在 11-12 月份，販售季節短，‘富有’甜柿之價格維持在中高價位，然其果皮色澤、風味及果肉質地隨時間而逐漸提升，販售價格也隨之上漲，若經貯藏至農曆年，則能有最高之售價。因此，為延長‘富有’甜柿之供應期，以期達到良好的收益，所以必需利用低溫貯藏來達成此目標。

柿子為落葉果樹，果實貯藏於低溫下容易發生寒害(MacRae, 1987)。MacRae (1987)指出，‘富有’柿果的寒害徵狀包括：果實內部組織快速崩解(breakdown)，細胞間缺乏凝聚力，產生軟化及喪失多汁性，嚴重寒害的果實會產生果皮或果肉的褐化(browning)和果

表 1. ‘富有’甜柿在熱風溫度與時間處理於 1°C 貯藏 2 個月回溫 48 小時對果皮褐化指數、果實軟化指數、果皮明度及果實硬度之影響

Table 1. Effect of temperature and duration during hot-air treatment before storage on the browning index、softing index、L value and Firmness of fruits of ‘Fuyu’ fruits after 1°C 2 months storage rewamed 25°C 48hr.

Treatments	Browning index ^z	Softing index ^y	L value	Firmness(N)
CK	1.6 b ^x	1.1 e	33.4 h	28.0 cde
46°C-1hr	0.6 def	2.4 ab	41.1 bcde	34.5 cde
46°C-2hr	0.6 def	2.6 a	42.6 abc	24.3 de
46°C-3hr	0.3 ef	2.6 a	44.5 ab	46.2 bcd
46°C-4hr	1.0 cd	1.7 cd	41.2 bcde	28.4 cde
49°C-1hr	1.3 bc	0.8 e	34.2 gh	16.3 e
49°C-2hr	1.1 bcd	1.2 de	35.2 fgh	33.4 cde
49°C-3hr	0.8 cde	1.4 cde	38.2 defg	33.2 cde
49°C-4hr	1.0 cd	2.5 a	42.5 abcd	48.4 bc
52°C-1hr	1.1 bcd	1.8 bc	38.4 cdef	34.3 cde
52°C-2hr	0.3 ef	2.6 a	41.0 bcde	36.0 cde
52°C-3hr	1.2 bcd	2.4 ab	44.8 ab	28.0 cde
52°C-4hr	0.2 f	2.8 a	44.8 ab	45.5 cde
55°C-1hr	1.3 bc	1.0 e	37.2 efgh	22.2 e
55°C-2hr	0.2 f	2.7 a	46.2 a	26.3 cde
55°C-3hr	0.8 cde	3.0 a	42.4 abcd	60.4 b
55°C-4hr	4.0 a	2.8 a	39.1 cdef	79.2 a

^z Browning index : 0= no browning , 1= browning area ≤ 25% , 2= browning area 25-50 % , 3= browning area 50-75% , 4= browning area 75-90% , 5= browning area > 90 %.

^y Softing index : 0= serious softing , 1= softing , 2= trace softing , 3= good

^x Means followed by different letters are significantly different at $P < 0.05$ (n=9).

表 2. 貯藏前熱風處理對‘富有’甜柿果肉內苯丙胺酸脫氨裂解酶活性之影響

Table 2. Changes in phenylalanine ammonia lyase activity of the pulp of ‘Fuyu’ persimmon fruits treated with hot air (52°C, 3 hr) before storage at 1°C for 3 months and then transferred to 25°C for 2 days.

Treatment	Phenylalanine ammonia lyase (Δ OD290/g · hr · FW)		
	0 ^y	3	3+2
Pre-Storage	48.99		
CK		52.73 a	102.07 a
52°C-3 hr		77.81 a	54.42 a

^z Means within columns followed by the same letter are not significantly different by Duncan’s multiple range test at 5% level.

^y Storage time (month).+2=after storage then transferred to 25°C for 2 days.

表 3. 貯藏前熱風處理對‘富有’甜柿果肉內總酚類化合物含量之影響

Table 3. Changes in total phenolic compounds content of the pulp of ‘Fuyu’ persimmon fruits treated with hot air (52°C, 3 hr) before storage at 1°C for 3 months and then transferred to 25°C for 2 days.

Treatment	Total phenolic compounds content (μ g /g. FW)		
	0	3	3+2
Pre-Storage	65.29*		
CK		93.13 a	118.09 a
52°C-3 hr		119.47 a	83.56 b

* 承如表 2

* Described as at Table.2

肉呈現膠狀化(gelling)。紐西蘭地區的‘富有’柿果對低溫很敏感，貯藏於 10°C 以下的溫度 2 週，果實即會產生寒害現象(Collins and Tisdell, 1995)。「富有」柿果寒害症狀，從果實核心周圍腔室間的果肉組織開始顏色變黑(darker)，此現象常出現在果實橫切面、遠端(distal)及基部(basal)(Clark and Forbes, 1994)。Woolf (1997a, b)指出限制‘富有’甜柿貯藏壽命的重要因子為軟化及寒害，根據黃氏(2005)試驗結果，目前台灣生產之‘富有’甜柿經由溫湯 53°C-50 min 的處理已可達到 2 個月之貯藏壽命，遠少於日本甜柿的 6 個月(宋, 1997)及以

表 4. 貯藏前熱風處理對‘富有’甜柿果肉內多酚氧化酵素活性之影響

Table 4. Changes in polyphenol oxidase activity of the pulp of ‘Fuyu’ persimmon fruits treated with hot air (52°C, 3 hr) before storage at 1°C for 3 months and then transferred to 25°C for 2 days.

Treatment	Polyphenol oxidase activity ($\Delta A/\text{min/g.FW}$)		
	0	3	3+2
Pre-Storage	0.0022*		
CK		0.0028 a	0.0031 a
52°C-3 hr		0.0027 a	0.0032 a

*承如表 2

*Described as at Table.2

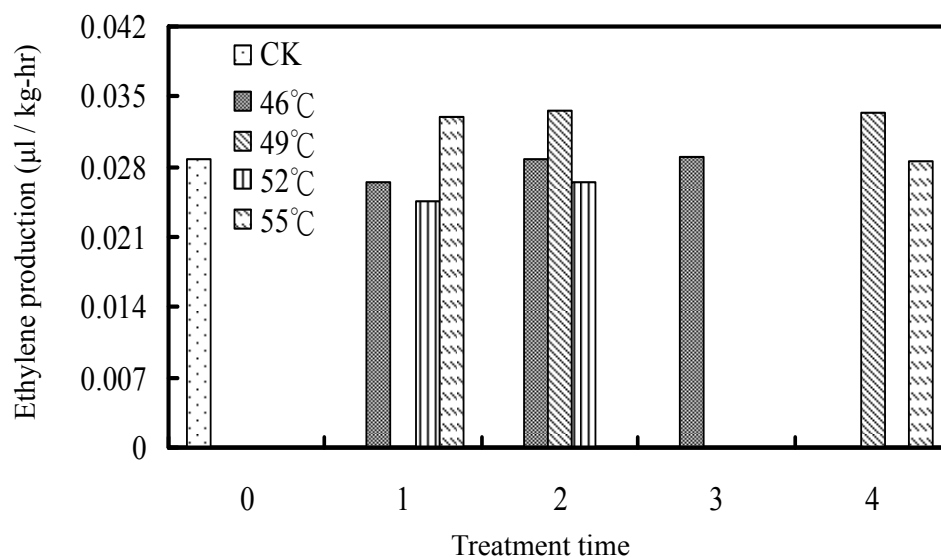


圖 1. 不同熱風處理時間在 1°C 貯藏 2 個月時乙烯釋放率之變化

Fig. 1. Changes in ethylene production of ‘Fuyu’ fruits after stored at 1°C for 1month followed hot-air treatment.

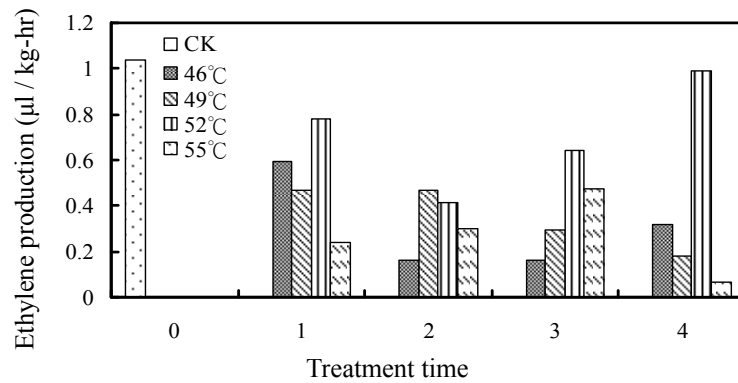


圖 2. 不同熱風處理時間在 1°C 貯藏 2 個月於 25°C 回溫 48 小時其乙烯釋放率之變化
 Fig. 2. Changes in ethylene production of 'Fuyu' fruits after stored rewarmd at 25°C for 48 hours following hot-air treatment and storage at 1°C for 2 month.

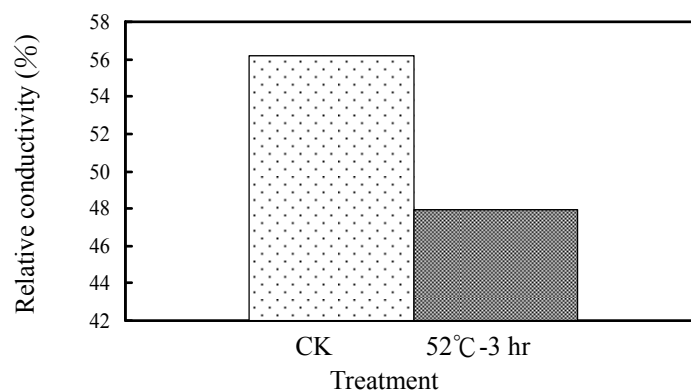


圖 3. 貯藏於 1°C 3 個月前利用熱風處理 52°C-3 hr 對'富有'甜柿果肉滲漏率之影響
 Fig. 3. Changes in relative conductivity of the pulp of 'Fuyu' persimmon fruits treated with hot air (52°C, 3 hr) before storage at 1°C for 3 months and then transferred to 25°C for 2 days. Means followed by different letters are significantly different at $p \leq 0.05$ according to Duncan's multiple range test does separately for each treatment per storage period.

色列、澳洲、紐西蘭之'富有'柿的 2-4 個月(Woolf, 1997b)。

在本試驗中，「富有」甜柿經低溫 1°C 貯藏 1 或 2 個月則柿果出現寒害症狀，結果顯示症狀從果實核心周圍腔室間的果肉組織開始有明顯的變化，此處的果肉組織傾向顏色變暗(darker)，使內果肉變得很明顯，症狀常出現在果實基部(basal)及遠端(distal)橫切面(Clark

& Forbes, 1994)。就如表 1，就可以發現其果實經由低溫貯藏之後，果實外觀會出現嚴重褐化現象，果肉內部則會呈現明顯的水浸狀(膠化)，因而產生果實外觀褐化與果實軟化之問題，前人研究中發現貯藏前溫湯處理能有效抑制寒害發生，所以此實驗中則藉由熱風處理而抑制寒害發生。‘富有’甜柿經 52°C 或 54°C 溫湯熱水處理，可減輕之低溫貯藏後的寒害徵狀(Lay-Yee *et al.*, 1997)；50°C 熱風處理 3 小時，亦可達到減輕寒害的效果(Woolf *et al.*, 1997b)。前人研究指出，熱處理有降低果實呼吸作用、抑制後熟、減緩老化、減低病蟲害，並可抵抗病原體及降低寒害發生之效果(Lurie, 1998; Elazar, 2004)，但上述報告結果均在別的國家，其地理區域則有所差異，所以條件不一定適用於台灣地區所生產之‘富有’甜柿。

在熱風處理的試驗中，熱風處理條件，以 46°C-3 hr、49°C-2 hr、52°C-3 hr、52°C-4 hr 及 55°C-3 hr，有最佳維持品質的效果(表 1)。然而前人研究溫湯處理部分，則以 53°C 溫湯處理 50 分鐘之效果最佳(石氏，2004；黃氏，2005)。2005 年黃氏則是以熱風處理條件，以 51°C 熱風處理 8 小時則為最佳維持品質之效果。在熱風處理的試驗中，果皮之 L 值(表 1)皆隨貯藏時間增長而下降，其以回溫後為大幅下降，結果顯示果實貯藏於 1°C 下已受到寒害，其徵狀在回溫期間後更加明顯。

在褐化物質合成過程中，大部分的酚類化合物由苯丙胺酸脫氨裂解酶(PAL)衍化合成，如 L-phenylalanine 經 PAL 作用得到反式肉桂酸(trans-cinnamic acid)生成酚類化合物(phenolic compound)，在有氧環境下多酚氧化酵素(PPO)經氧化作用促進反應物形成醌類化合物(O-benzoquinone)，再經由非酵素性聚合反應產生褐化物質(browning pigment)(Nguyen, 2003)。酚類化合物、PPO 和 POD 為影響褐化的主要因子(Mayer, 1987)。Kader 和 Ben-Yehoshua (2000)提出：當細胞暴露於物理或生理逆境時，組織褐化的原因是酚類化合物被 PPO 氧化，導致細胞內的分室作用受到破壞，使位於細胞質中的酵素與位於液胞內的基質結合，產生一連串的反应，最後導致褐化的發生(Saltveit, 2000; Jiang *et al.*, 2004)。熱處理已証實可有效預防或減輕許多蔬、果經低溫貯藏所造成的寒害，Saltveit (2000)的研究中，熱水沖刷處理能有效降低截切‘Iceberg’萵苣之褐化指數及 PAL、PPO、POD 活性，此試驗中，以熱風處理後果肉內之 PAL 活性，在於貯藏後其活性都有上升的現象，於未回溫階段熱風處理果實 PAL 並沒有明顯被抑制，但是於回溫後，其活性皆低於對照組果實，所以熱風處理可以延緩 PAL 的酵素活性上升，而減少外觀果皮褐化之現象(表 2)，熱風處理果實果肉的 PPO 活性低於對照組果實，且隨著貯藏時間增，其酵素活性則有增加的現象，所以貯藏前熱風處理能夠有效減緩 PPO 活性(表 4)。PPO 和 POD 能氧化酚類化合物而產生變色反應(Sapers, 1993)，所以，理論上酚類化合物的含量應隨褐化的產生而下降，但本試驗中，總酚類化合物含量有隨貯藏時間而上升之趨勢(表 3)，但於回溫後有期對照組則有顯著上升的情形，於外觀上，果皮產生顯而易見的褐化徵狀。外熱處理對總酚類化合物的影響，其苯丙胺酸脫氨裂解酶(PAL)，是酚類化合物生合成之最初也最關鍵之酵素(柯，2002)，低溫傷害會造成其活性的上升，鳳梨貯藏於寒害溫度，PAL 活性隨貯藏時間而迅速上升(Zhou *et al.*, 2003)，Loaiza-Velarde 和 Mikal (2001)將萵苣處理熱水沖刷，

能有效抑制 PAL 的活性，降低褐化程度。在貯藏前熱風處理的試驗中，熱風處理者之總酚類化合物含量與對照組之間則有顯著性差異(表 3)，但是對照處理果實卻有明顯外觀褐化現象，和前人研究結果有所差異。組織在受傷後，會促進組織內乙烯釋放率的增加，且間接促進各種酵素活性上升。Lafuente 等人(2001)實驗對‘Fortune’柑橘進行外加乙烯處理，結果顯示其外果皮之 PAL 活性在貯藏後第 4 天達到高峰($1500 \text{ nmol g}^{-1} \text{ h}^{-1}$)，而對照組僅有($250 \text{ nmol g}^{-1} \text{ h}^{-1}$)，証明乙烯會促進 PAL 之生成及活性之上升。葡萄果實經熱處理後，能保持較低的滲漏率(Zhang *et al.*, 2005)，此次實驗中，利用熱風處理果實能夠有效降低相對電導度，即結果顯示低溫貯藏前熱風處理(圖 3)，能夠有效降低寒害之發生維持細胞結構，間接使的組織不會受傷，減少乙烯的生合成，上述結果，熱處理減輕褐化的可能途徑，為直接作用於褐化相關酵素之活性、降低乙烯釋放率，減少相關酵素因乙烯之促進而大量生成或活性增加。本實驗中發現，熱風處理可以有效抑制或延緩褐化酵素活性(表 2；4)、低溫貯藏時維持較高的總酚類含量(表 3)、維持細胞結構(圖 3)，降低酚類化合物與褐化酵素的接觸，因而減少果實外觀褐化現象產生。

Takata(1983)指出日本柿果實可能介於更年性與非更年性之間的另一類型呼吸型式；大部分更年性果實的特徵為呼吸率提高、乙烯釋放率的增加、果實軟化(劉，1995)。胡瓜經溫湯處理的果實之呼吸率和乙烯釋放率亦顯著被抑制(McCollum *et al.*, 1995)，在本試驗中也有相似的結果，在貯藏前利用熱風處理，經低溫 1°C 貯藏 2 個月，能顯著抑制乙烯釋放率，並可延後乙烯釋放率最大值出現的時間(圖 1-2)，Morris(1982)指出寒害徵狀顯現的時機，有些會在低溫中直接表現出來，而對低溫敏感的果實經低溫貯藏通常在回溫後才會出現可見的寒害徵狀，因此，推測柿果在低溫貯藏過程中即已受到寒害。乙烯釋放率方面，在貯藏 2 個月回溫至第 2 天後，經熱風處理者之呼吸率反而高於對照組，但其最大呼吸率並未高於對照組，顯示熱風處理能緩和低溫對柿果的傷害，並有效延緩最大呼吸率發生之時間，此現象類似 Lurie (1998)的研究，當果實在高溫環境下，乙烯釋放率的增加會被抑制，但也有相反的結果，即經熱處理後的果實其後熟的特徵較未經處理的果實來的快且明顯。乙烯釋放率部分，以 46°C -2 hr、 46°C -3 hr 及 55°C -4 hr 熱風處理之柿果有最低之乙稀釋放率(圖 2)。蘋果經熱風處理數小時或數天，再進行低溫貯藏，回溫後測其果實之呼吸率皆較未熱處理的果實來得低(Lurie and Klen, 1990)，Atta-Aly (1992)將番茄進行 35°C 熱風處理 8 小時，其呼吸率及乙烯釋放率明顯被抑制。在本試驗中確實有相似的情形，在貯藏前利用熱風處理 1-4 小時，則能有效抑制乙烯釋放率(圖 2)。已有許多報告指出：乙烯是造成柿果軟化最主要的原因(謝等，1997)。Yang 和 Hoffman (1984) 指出，當組織遭受到機械傷害、凍害、UV 的照射或疾病的感染時，內生乙烯含量會被誘導產生。此外，乙烯的形成可能啟動果實軟化相關基因作用，如細胞壁軟化相關酵素 RNA 的表現，而不同種類的表現亦有所差異(Rose *et al.*, 2000)，進而促進軟化相關酵素(PG、PE 及纖維酵素)活性的上升(Abeles and Takeda, 1990)。綜合上述結果，可推測熱處理藉由有效的抑制乙烯產生，進而達到延緩‘富有’柿果軟化，維持果實硬度的目的。

參考文獻

- 石茂盈。2004。‘富有’甜柿採收成熟度與貯藏技術之研究。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。台灣：台中。pp.3-9, 64-69。
- 宋家瑋、歐錫坤。1997。甜柿的長期貯藏技術。技術服務 86.12。pp.32-37。
- 林月金、張致盛。2004。台灣甜柿產業分析。台中農業改良場特刊第 70 號。pp.1-30。
- 柯勇。2002。植物生理學。藝軒圖書出版社。pp.406-409。
- 黃思齊。2005。熱、乙醇、氣變包裝處理對‘富有’甜柿低溫貯藏生理障礙及品質之影響。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。台灣：台中。pp.2-22。
- 劉富文。1995。園產品採後處理及貯藏技術。台灣省青果運銷合作社。台灣：台北。pp. 135-136。
- 謝慶昌、林慧玲、蔡平里。1997。柿果二氧化碳脫澀機制之模式試驗。中國園藝。38:24-29。
- Abeles, F. B. and F. Takeda. 1990. Cellulase activity and ethylene in ripening strawberry and apple fruits. *Sci. Hort.* 42: 269-275.
- Atta-Aly, M. A. 1992. Effect of high temperature on ethylene biosynthesis by tomato fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 2: 19-24.
- Elazar, F. 2004. Prestorage hot water treatments (immersion, rinsing and brushing). *Postharvest Biol. Technol.* 32: 125-134.
- Jiang, Y., X. Duan, D. Joyce, Z. Zhang, and J. Li. 2004. Advances in understanding of enzymatic browning in harvested litchi fruit. *Food Chem.* 88: 443-446.
- Kader, A. A. and S. Ben-Yehoshua. 2000. Effects of superatmospheric oxygen levels on postharvest physiology and quality of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biol. Technol.* 20:1-13.
- Lafuente, M. T., L. Zacarias, M. A. Martínez-Téllez, M. T. Sanchez-Ballesta, and E. Dupille. 2001. Phenylalanine ammonialyase as related to ethylene in the development of chilling symptoms during cold storage of citrus fruits. *J. Agric. Food Chem.* 49: 6020-6025.
- Lay-Yee, M., S. Ball, S. K. Forbes, and A. B. Woolf. 1997. Hot-water treatment for insect disinfestations and reduction of chilling injury of ‘Fuyu’ persimmon. *Postharvest Biol. Technol.* 10: 81-87.
- Loaiza-Velarde, J. G. and E. S., Mikal. 2001. Heat shocks applied either before or after wounding reduce browning of lettuce leaf tissue. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 126: 227-234.
- Lurie, S. 1998. Postharvest heat treatments. *Postharvest Biol. Technol.* 14: 257-269.
- Lurie, S., J. D. Klein, and R. B. Arie. 1990. Postharvest heat treatment as a possible means of reducing superficial scald of apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 65: 503-509.
- MacRae, E. A. 1987. Development of chilling injury in New Zealand growth ‘Fuyu’ persimmon during storage. *New Zealand J. Exp. Agric.* 15: 333-344.

- Mayer, A. M. 1987. Polyphenol oxidase and peroxidase in plant –recent progress. *Phytochemistry* 26: 11-20.
- McCollum, T. G., H. Doostdar, R. T. Mayer, and R. E. McDonald. 1995. Immersion of cucumber fruit in heated water alters chilling-induced physiological changes. *Postharvest Biol. Technol.* 6: 55-64.
- Mier, S., D. Naiman, M. Akerman, J. Y. Hyman, G. Zauberman, and Y. Fucks. 1997. Prolonged storage of ‘Hass’ avocado fruit using modified atmosphere packaging. *Postharvest Biol. Technol.* 12: 51-60.
- Morris, L. L. 1982. Chilling injury of horticultural crops: an overview. *HortScience* 17: 161-162.
- Nguyen, T. B. Thuy. S. Ketsa, and W. G. V. Doorn. 2003. Relationship between browning and the activities of polyphenol oxidase and phenylalanine ammonia lyase in banana peel during low temperature storage. *Postharvest Biol. Technol.* 30: 187-193.
- Rose, J. K. C., D. J. Cosgrove, P. Albersheim, and A. B. Bennett. 2000. Detection of expansin proteins and activity during tomato fruit ontogeny. *Amer. Soc. Plant Physiol.* 123: 1583-1592.
- Saltveit, M. E. 2000. Wound induced changes in phenolic metabolism and tissue browning are altered by heat shock. *Postharvest Biol. Technol.* 21: 61-69.
- Sapers, G. M. 1993. Browning of foods: control by sulfites, antioxidants, and other means. *Food Technol.* 47: 75-84.
- Takata, M. 1983. Respiration, ethylene production and ripening of Japanese persimmon fruit harvested at various stages of development. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 52: 78-84.
- Woolf, A. B., E. A. MacRae, K. J. Spooner, and R. J. Redgwell. 1997a. Reduction of chilling injury in the sweet persimmon ‘Fuyu’ during storage by dry air heat treatment. *Postharvest Biol. Technol.* 11: 155-164.
- Woolf, A. B., S. Ball, K. J. Spooner, M. Lay-Yee, I. B. Ferguson, C. B. Watkins, A. Gunson, and S. K. Forbes. 1997b. Changes to physical properties of the cell wall and polyuronides in response to heat treatment of ‘Fuyu’ persimmon that alleviate chilling injury. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 122: 698-702.
- Yang S. F. and N. E. Hoffman. 1984. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 35:155-189.
- Zhou, Y, J. M. Dahler, S. J. R. Underhill, and R. B. H. Wills. 2003. Enzymes associated with blackheart development in pineapple fruit. *Food Chem.* 80: 565-572.
- Zhang, J., W. Huang, Q. Pan, and Y. Liu. 2005. Improvement of chilling tolerance and accumulation of heat shock proteins in grape berries (*Vitis vinifera* cv. Jingxiu) by heat pretreatment. *Postharvest Biol. Technol.* 38:80-90.

Effect of Hot Air Treatment on Quality of 'Fuyu' Persimmon (*Disopyros kaki* L.) Fruits during Cold Storage

Chien-Chih Lin ¹⁾ Ching-Chang Shiesh ²⁾

Key words : 'Fuyu' persimmon, hot air treatment, storage, quality, ion leakage

Summary

The 'Fuyu' persimmon fruit tends to develop flesh browning and softening after being stored at low temperature and thus affecting storage life. The objectives of this experiment were to investigate the causes of browning and softening and to find the optimum temperature of treatments to lengthen the storage life and improve the fruit quality. All the persimmons were treated with 1-methylcyclopropene (1 ppm) in an airtight space at room temperature (25°C) for 8 hours and then were divided into 4 groups which were respectively subjected to hot air at 46°C, 49°C, 52°C and 55°C for 1 to 4 hours. Samples were taken after being stored at 1°C for 1, 2 or 3 months and then returned to room temperature for 2 days. Ethylene release rates, fruit sugar, color and firmness of fruits were measured. Our results indicated the fruits which received hot air treatment exhibit inhibitive effect on respiration and ethylene production rate as well as browning of fruits. The fruit firmness was maintained. Total phenolic compound, ion leakage, phenylalanine ammonia lyase (PAL) and polyphenoloxidase activities were analyzed. Results showed that those persimmons which were subjected to hot air treatment had lower PAL activity. Total phenolic compound, as well as ion leakage was also significantly reduced as compared with the control. However, no significant change in polyphenoloxidase activity was observed.

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

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

Corresponding author.

套袋材質對‘珍珠拔’番石榴果實生長及 物化成分之影響

王 歆 婷¹⁾ 林 慧 玲²⁾

關鍵字：套袋、珍珠拔、過氧化酵素、礦物元素

摘要：在八種不同套袋材質中顯示，以聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套的處理果實生長較快且果皮顏色翠綠，與套網袋者有顯著差異，銀粉聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套之果實氮、磷、鉀、鈣和鎂元素的含量最低，套網袋果實各種大量元素含量相對較高。不同套袋材質處理全可溶性糖含量除套網袋果實的含量較低外，其他各處理間沒有差異。澱粉含量也沒有差異。總酚類化合物含量與過氧化酵素活性，皆以套網袋與聚乙烯塑膠袋內襯網袋的處理最高，而銀粉聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套與聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套處理的果實較低。

前 言

番石榴原產於美洲祕魯、墨西哥一帶，為桃金娘科(Myrtaceae)，番石榴屬(*Psidium*)之熱帶灌木果樹。根據行政院農業委員會農糧署95年農業統計年報，台灣番石榴種植面積有7,141公頃，年產量將近170,169公噸，產地主要集中於高雄縣(2,835公頃)、台南縣(1,357公頃)和彰化縣(1,214公頃)等地。

目前國內栽培以‘珍珠拔’為主要品種，果實大小多在 250-400 公克間，果形略呈卵圓形或近梨型，成熟時顏色轉成淡綠色，果肉為白至黃色，肉質細緻，甜度約 10-18 度，具有特殊甘味與芳香(丁，2006)。在番石榴栽培時，果實於花後 2-4 週之小果期進行套袋，套袋材質為透明塑膠袋內襯舒果套，除可防止東方果實蠅危害外，並可增加果實鮮重與果肉脆度，促進果實發育，提早成熟(張和林，1998)，但其機制仍不明瞭。林等(1992)曾對番石榴套袋材料及套袋時期建立番石榴果實套袋最佳模式，楊氏(2004)針對‘水晶’番石榴

1) 國立中興大學園藝學系碩士研究生。

2) 國立中興大學園藝學系副教授，通訊作者。

進行套袋後果實生長環境，包括溫、溼度袋內微氣候環境改變，並控制袋內光度、相對溼度、二氧化碳、乙烯濃度之不同，研究對果實生長之影響，但其袋內環境因子對果實生長之速率尚無法尋求主要之關鍵影響因子(楊，2004)，本文以‘珍珠拔’番石榴為材料給予不同材質套袋，調查各材質處理間對果實發育、礦物元素、光合產物與相關酵素活性的影響，期能釐清套袋對促進果實生長發育之生理反應。

材 料 與 方 法

(一) 試驗材料與取樣方法

本試驗材料來自台中市軍功里林氏果園所栽培之‘珍珠拔’番石榴品種，果園栽培依照一般農民管理方式，定期灌水、施肥與除草，於 96 年 8 月 10 日選取番石榴小果直徑約 3 公分進行套袋處理，依套袋質材及方式分為網袋(Net bag)、聚乙烯塑膠袋(PE bag)、聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套(PE bag+EPNS)、聚乙烯塑膠袋內襯 1/2 個白色舒果套(PE bag+1/2EPNS)、聚乙烯塑膠袋內襯紅色舒果套(PE bag+RPNS)、聚乙烯塑膠袋內襯網袋(PE bag+Net bag)、銀粉聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套(Silver PE bag+EPNS)與抗紫外線聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套(Anti-UV PE bag+EPNS)等八種處理，並以網袋處理作為對照組，套袋後 56 天統一採收，每處理 20 個重複。

(二) 調查項目及分析方法

1. 果實生長曲線

調查掛樹果之橫徑和縱徑，橫徑量取赤道最寬部份，縱徑量取梗端至柱端之距，皆以游標尺測量，單位為 mm。

2. 果實顏色之測定

於果實赤道處以手持式色差儀(Hand-held colorimeter, Nippon Denshoku Model NR-3000)測定果皮顏色，每果測定 2 點，果色以 L、a*、b*、C 和 h°表示之。

3. 果實葉綠素螢光測定

先給予果實暗處理(dark-adapted)30 分鐘，果實於赤道部位選取 2 點測定，以攜帶式葉綠素螢光分析儀(portable chlorophyll fluorometer, MiNi-PAM, Walz, Germany)測定。所連接的探針利用特殊光纖(speciall fiberoptic 2010-F)瞬間提供測定光與飽和脈衝光，並由下列公式計算計算而得 PS II 活性。Fo 為最小螢光釋放量，Fm 為螢光釋放最大值，Fv=Fm-Fo，以 Fv/Fm 表示。

4. 果汁可溶性固形物之測定

以手持屈折計(hand refractometer, Atago, model N1)測定果肉壓搾後之果汁可溶性固形物，單位以°Brix 表示。

5. 果肉硬度之測定

將果皮削去約 1 mm 厚，以硬度計(Penetrometer F327)測定單位面積內穿刺果肉所需之最大力量，以牛頓(N)表示。

6. 果實無機養分之分析

採樣的果實以液態氮急速冷凍後，裝入封口袋內進行冷凍乾燥，以研鉢研磨成粉末，放入封口袋，置於-20℃冷凍庫下備用。灰化時稱取 1g 果實粉末置於坩鍋中，放入灰化爐內(Muffle furnace)，先以 200℃加熱 2 小時，繼續以 400℃加熱 1 小時，最後以 550℃加熱 2 小時使樣品完全灰化，待樣品冷卻後取出，加入 5 ml 2 N HCl (Merck company)將灰份完全溶解，並以濾紙(Whatman#42)過濾，濾液定量至 25 ml，混和均勻後裝入 PE 塑膠瓶中保存待測。上述濾液以原子吸收儀(Varian 20A Techtron atomic absorption spectrophotometer)測定之，鐵、銅、鋅、錳四種元素無須稀釋，可直接進行測定；測鉀與鎂各取 0.1 ml 濾液加 3.9 ml 去離子水稀釋後再行測定；測鈣取 0.1 ml 濾液加 3.9ml 去離子水與 1 ml 5%氧化鋇(lanthanum oxide)稀釋後再進行測定。

採用鉬黃法(Vanadate-Molybdate Yellow Method)進行磷之測定，取 1 ml 濾液加 3 ml 去離子水與 1 ml 鉬黃試劑(Vanadate-molybdate reagent)，混合均勻後靜置 10 分鐘，以分光光度計(spectrophotometer, Hitachi U-2000)測定溶液在波長 470 nm 之吸光度。

氮之分析採用 Micro-Kjeldahl 法，精稱 0.2 g 果實粉末，包於濾紙(Whatman#1)中，投入分解管，並加入 1 g 凱式氮催化劑(Merck 8030)與 4.5 ml 濃硫酸，置於 410℃之分解爐上加熱 1.5-2 小時，至樣品分解至澄清或淡綠色，取出冷卻後加入 15 ml 去離子水，再倒入 Micro-Kjeldahl 裝置之容器中，加入 20 ml 12 N NaOH，並以裝有 20 ml 指示劑(含有 19 μ M bromocresol green 及 25 μ M methyl red)之塑膠杯接收蒸餾出之氨水，至燒杯內溶液體積上升到 50 ml 時取出，以 1/14 N H₂SO₄ 標準酸滴定，計算氮含量之百分比。

7. 碳水化合物之分析

採樣後將附著果實之塵土清洗擦乾，切碎後以液態氮急速冷凍，裝入封口袋內進行冷凍乾燥，以研鉢磨成粉末，再放回封口袋內密封，置於-20℃冷凍庫下保存備用。採用 Dubois(1956)之測定方法，精稱上述之樣品粉末放入 10 ml 離心管中，加入 10 ml 去離子水，在 30℃水浴下振盪 3 小時，取出後於室溫下以 1000xg 離心 10 分鐘，取上層液過濾後測定全可溶性糖之含量。過濾後之上清液經稀釋後，取 2 ml 加入 0.1 ml 90%石炭酸(liquid phenol)及 6 ml 濃硫酸混合均勻，靜置 30 分鐘，以分光光度計(spectrophotometer, Shimadzu UV-200S)測定波長 490 nm 之吸收值。標準曲線以 0.5 μ mole/ml D-glucose 配製，單位以%表示。前述過濾後的殘渣置入 70℃烘箱烘乾，至殘渣完全乾燥取出加入 2 ml 去離子水，放入沸水浴中煮 15 分鐘，取出迅速冷卻，加入 2 ml 9.2 N HClO₄ 混合均勻，再加入 6 ml 去離子水，以 1300xg 離心 10 分鐘，取出糖液定量並換算成澱粉濃度。

8. 果實總酚類化合物的測定

依 Keith 等人(1958)之方法，取番石榴果實鮮重 1 g 加少許海砂與 5 ml 0.1 M 磷酸緩衝液(pH 7.0)於研鉢中，冰浴研磨後倒入 12 ml 高速離心管，以 20000xg 離心 20 分鐘，過濾

後上清液稀釋至適當倍數取 1 ml，加 0.1 ml Folin-Cio-Calteu's phenol reagent(Merck)與 0.2 ml 20% Na_2CO_3 及 8.7 ml 去離子水，混和均勻後於沸水浴中加熱 3 分鐘，冷卻後以分光光度計(spectrophotometer, Hitachi U-2000)測於 600 nm 之吸收值。標準曲線以 100 ppm caffeic acid 配製，單位以 mg/g 表示。

9. 果實過氧化酵素(Peroxidase, POD)活性測定

採用 Guaiacol(Johnson and Cunningham, 1972)之分析法，取番石榴果實鮮重 2 g 加少許海砂與 5 ml 0.1 M 磷酸緩衝液(pH 7.0，含 1% PVP 及 0.25% Triton)於研鉢中，冰浴研磨後倒入 12 ml 高速離心管，4℃ 下以 20000 $\times g$ 離心 20 分鐘，過濾後上清液備用。分析時，依序取 2 ml 含有 3.6×10^{-3} M Guaiacol 緩衝液(100 ml 0.1 M 磷酸緩衝液加入 0.04 ml 之 guaiacol, pH 6.0)，0.1 ml 去離子水，0.2 ml 0.0135 M H_2O_2 ，以及 0.1 ml 酵素萃取液，迅速混合後，放入分光光度計(Shimazu UV-200S)測在 470 nm 每分鐘吸收值之變化，。單位以 $\Delta A_{470}/\text{min}/\text{gFw}$ 表示。

結 果

(一) 套袋材質對‘珍珠拔’番石榴果實生長之影響

本試驗採用不同套袋材質，分別為網袋(Net bag)處理之套網袋者、聚乙烯塑膠袋(PE bag)、聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套(PE bag+EPNS)、聚乙烯塑膠袋內襯 1/2 個白色舒果套(PE bag+1/2EPNS)、聚乙烯塑膠袋內襯紅色舒果套(PE bag+RPNS)、聚乙烯塑膠袋內襯網袋(PE bag+ Net bag)、銀粉聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套(Silver PE bag+EPNS)與抗紫外線聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套(Anti-UV PE bag+EPNS)等八種處理，不同套袋處理間‘珍珠拔’果實生長是以聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套之處理果實生長迅速(圖 1)，自套袋後 28 天果實生長即明顯大於其他套袋材質處理者。果實套袋後 56 天統一採收，調查果寬、果長和果重發現，同樣是以聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套處理者果形最大，果重達 222.5 g，果長 79.4 mm，果寬 68.8 mm，其次是抗紫外線聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套處理者，果重有 195.2 g，果長 76.6 mm，果寬 68.8 mm。網袋處理之果形小於其他處理，與聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套處理相比，聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套果實之果重約為網袋果實之 145%，果長 105%，果寬 113%，另外，以鮮重而言(表 1)，用聚乙烯袋者，內襯的材料亦會影響鮮重，鮮重大小依序為 EPNS>RPNS>1/2EPNS>Net bag；而內襯材料同樣為 EPNS 時，外層材質對鮮重亦有影響，鮮重由大而小依順序為 PE bag>Anti-UV PE bag>Silver PE bag。不同套袋材質處理後果實外觀明顯不同(圖 2)，其中網袋處理的果實顏色濃綠且果形最小，內襯 EPNS 或 RPNS 的果實顏色黃綠且果形較大。

(二) 套袋材質對‘珍珠拔’番石榴果實品質與內部組成份之影響

1. 果實品質

不同套袋材質對果皮顏色與葉綠素螢光的影響(表 2)，結果顯示銀粉聚乙稀塑膠袋內襯白色舒果套、抗紫外線聚乙稀塑膠袋內襯白色舒果套及聚乙稀塑膠袋內襯 1/2 個白色舒果套之果皮顏色較套網袋果皮亮，套網袋者果皮亮度最低，處理間有顯著差異。彩度與色相角的方面，除套網袋者外，在各處理間皆沒有顯著差異。套網袋者在亮度、彩度與色相角的表現皆與其他套袋材質有顯著差異，顯示番石榴因聚乙稀塑膠袋套袋對果皮顏色有一定程度之影響。螢光參數 F_v/F_m 以套網袋者最高，銀粉聚乙稀塑膠袋內襯白色舒果套 F_v/F_m 值最低，與套網袋者有顯著差異，而其他套袋材質處理間差異不大。

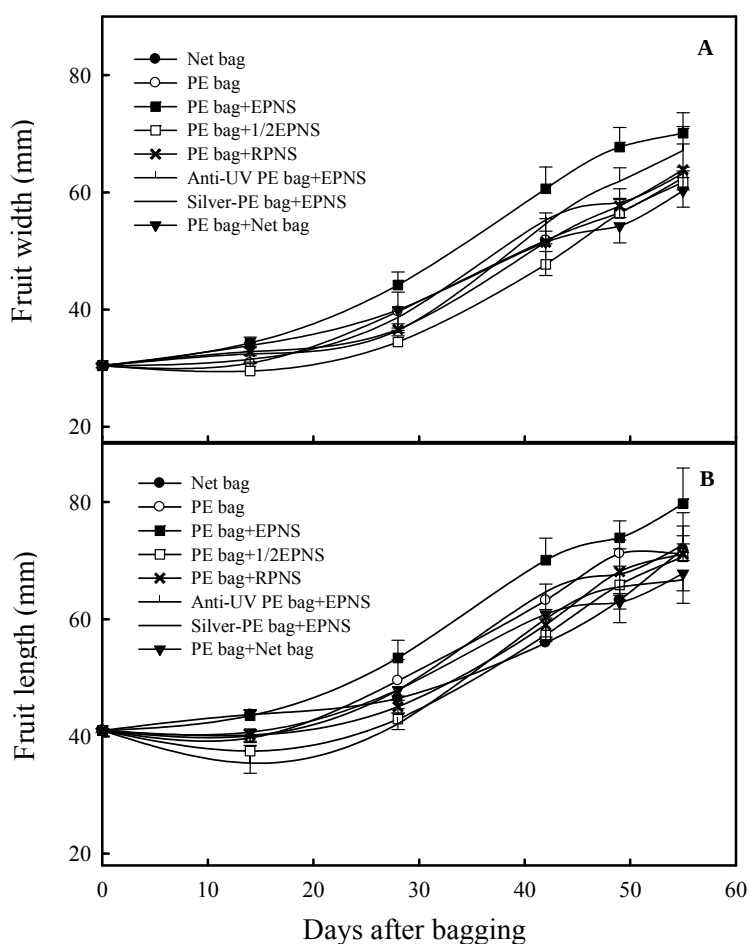


圖 1. 套袋材質對‘珍珠拔’番石榴果實生長發育期間果寬和果長之影響

Fig. 1. Effect of bagging material on fruit width and length of ‘Jen-Ju Bar’ guava during growth and development. PE=polyethylene, EPNS=expanded polystyrene net sleeve, Anti-UV=anti-ultraviolet, Silver-PE=bag were made with PE and silver powder, RPNS=red polystyrene net sleeve. The vertical bars represent $\pm$ SE of the means (n=6).

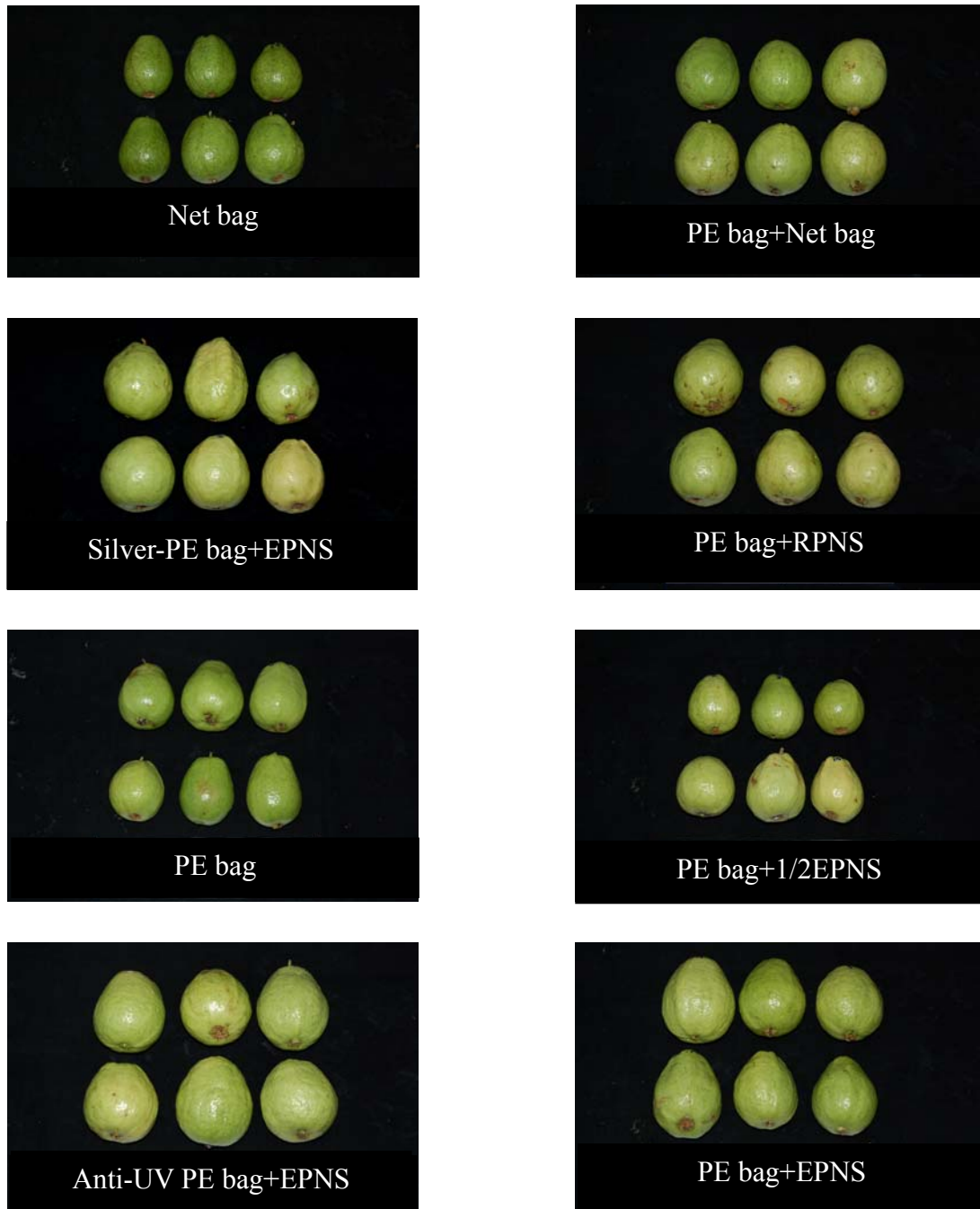


圖 2. 套袋材質處理後‘珍珠拔’番石榴果實生長情形

Fig. 2. The appearance of ‘Jen-Ju Bar’ fruit after bagging with various material for 56 days.

表 1. 套袋材質對‘珍珠拔’番石榴果實生長之影響

Table 1. Effect of bagging material on fruit size and fresh weight of ‘Jen-Ju Bar’ guava fruits.

Treatments ^z	Fresh weight (g)	Length (mm)	Width (mm)
Net bag	153.5 d ^y	75.5 ab	60.7 c
Silver-PE bag+EPNS	169.5 bcd	72.6 b	65.5 ab
PE bag	154.0 d	73.5 b	62.7 bc
Anti-UV PE bag+EPNS	195.2 b	76.6 ab	68.8 a
PE bag+Net bag	162.6 d	72.9 b	64.9 abc
PE bag+RPNS	191.0 bc	76.2 ab	67.2 ab
PE bag+1/2EPNS	165.4 cd	73.5 b	64.8 abc
PE bag+EPNS	222.5 a	79.4 a	68.5 a

^z PE=polyethylene, EPNS=expanded polystyrene net sleeve, Anti-UV=anti-ultraviolet, Silver-PE=bag were made with PE and silver powder, RPNS= red polystyrene net sleeve.

^y Mean within columns followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test at 5% level.

不同套袋材質處理對果實可溶性固形物與硬度的影響(表 3)，可溶性固形物以套網袋者最高(11.03°Brix)，其次為聚乙烯塑膠袋內襯網袋、聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套與抗紫外線聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套之處理，而聚乙烯塑膠袋內襯紅色舒果套處理之可溶性固形物是處理間最低者(9.09°Brix)，與套網袋者有顯著差異。在果實硬度方面，套網袋者因果實成熟度低，數值大於可測定範圍(>122.5 N)，故硬度最高，其次為聚乙烯塑膠袋內襯網袋的處理，與其他套袋材質處理差異顯著，但其他 6 種套袋材質間無顯著差異。

2. 果實內部組成份

不同套袋材質處理對果實大量元素含量的影響(表 4)，各處理間是以聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套之果實氮元素含量較高，銀粉聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套之處理，果實氮元素含量最低，但各處理間氮元素含量差異不大。磷和鉀元素含量以套網袋者最高，銀粉聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套處理之果實磷和氮元素含量最低，與套網袋者相比有顯著差異。鈣元素含量以聚乙烯塑膠袋內襯 1/2 個白色舒果套處理者最高，抗紫外線聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套處理之果實鈣含量最低，兩處理間達顯著差異。套網袋與聚乙烯塑膠袋處理之果實有最高的鎂含量，同樣是以銀粉聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套處理之鎂含量最少，且達顯著差異。綜合上述結果顯示，銀粉聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套之套袋處理，大量元素含量較其他處理低。

表 2. 套袋材質對‘珍珠拔’番石榴果皮顏色及 Fv/Fm 之影響

Table 2. Effect of bagging material on skin color and chlorophyll fluorescence parameter (Fv/Fm) of ‘Jen-Ju Bar’ guava fruits.

Treatments ^z	Skin color					Fv/Fm
	L	a*	b*	C	h°	
Net bag	51.91 d ^y	-9.29 c	37.16 ab	38.35 a	104.07 a	0.7879 a
Silver-PE bag+EPNS	66.69 a	-5.96 a	35.61 c	36.21 b	99.41 c	0.6771 d
PE bag	62.24 b	-7.42 ab	37.68 a	38.46 a	101.02 bc	0.6933 cd
Anti-UV PE bag+EPNS	64.79 ab	-7.09 ab	36.62 abc	37.33 ab	100.92 bc	0.7060 bcd
PE bag+Net bag	58.46 c	-8.27 bc	37.27 ab	38.21 a	102.48 ab	0.7432 b
PE bag+RPNS	63.03 b	-6.57 a	37.19 ab	37.84 a	99.90 c	0.7197 bc
PE bag+1/2EPNS	64.07 ab	-6.60 a	35.52 c	36.07 b	100.47 bc	0.6956 cd
PE bag+EPNS	61.49 b	-7.10 ab	36.10 bc	37.06 ab	100.93 bc	0.7173 bc

^{z, y} Described as at Table.1

表 3. 套袋材質對‘珍珠拔’番石榴果實總可溶性固形物及硬度之影響

Table 3. Effect of bagging material on total soluble solid and firmness of ‘Jen-Ju Bar’ guava fruits.

Treatments ^z	TSS ^y	Firmness
	(°Brix)	(N)
Net bag	11.03 a ^x	>122.5
Silver-PE bag+EPNS	9.70 bc	83.74 c
PE bag	9.61 bc	98.52 ab
Anti-UV PE bag+EPNS	10.01 abc	85.15 c
PE bag+Net bag	10.53 ab	100.49 a
PE bag+ RPNS	9.09 c	86.87 bc
PE bag+1/2EPNS	9.77 bc	88.13 abc
PE bag+EPNS	10.11 abc	92.58 abc

^{z, y} Described as at Table.1

不同套袋材質處理後分析各處理之全可溶性糖(TSS)與澱粉含量(表 5)，同一時期採收的果實以套網袋者的 TSS 含量最低，其他各處理間 TSS 含量沒有差異，含量範圍在 35-37.5% DW 之間。聚乙烯塑膠袋內襯 1/2 個白色舒果套處理的果實澱粉含量最高(3.42% DW)，其次為聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套之處理(3.24% DW)，與其他套袋材質處理有顯著差異，聚乙烯塑膠袋內襯紅色舒果套的果實，澱粉含量最低。

不同套袋材質處理的果實總酚類化合物(TPC)含量皆相當高(表 6)，套網袋者與聚乙烯塑膠袋內襯網袋之處理 TPC 含量高達約 2000 $\mu\text{g/g}\cdot\text{FW}$ ，銀粉聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套處理者含量最低。過氧化酵素與總酚類化合物生合成有密切關係，分析各處理間 POD 活性結果顯示，同樣是以套網袋者與聚乙烯塑膠袋內襯網袋處理者活性最高，POD 活性分別為 3.91 和 3.52 $\Delta\text{A}_{470}/\text{min/g}\cdot\text{FW}$ ，仍以銀粉聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套處理之 POD 活性最低(2.64 $\Delta\text{A}_{470}/\text{min/g}\cdot\text{FW}$)，且達顯著差異。

討 論

(一) 套袋材質對番石榴果實品質之影響

不同套袋處理間‘珍珠拔’番石榴果實生長是以聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套之處理果實生長迅速(圖 1)，套袋後 28 天起至果實採收，果實生長明顯大於其他套袋材質處理者，各套袋處理於套袋後 56 天採收，其果寬、果長和果重(表 1)，仍以聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套處理者果形最大，顯示套袋對番石榴果實大小有促進的效果，另外發現除傳統套袋材質外，只要有內襯舒果套(EPNS 或 RPNS)處理者，果實大小相似，較塑膠袋、塑膠袋內襯網袋與網袋之對照組，果形大，因此舒果套似乎有促進果實大小的可能性。林等學者(1992)也有相同建議，以透明塑膠袋內襯白色舒果套、藍色塑膠袋內襯白色舒果套、透明塑膠袋、白色紙袋、黃色紙袋、黃黑色紙袋與無套袋等處理‘泰國拔’果實，結果以透明或藍色塑膠袋內襯白色舒果套能顯著增加果實縱徑、橫徑與果重，作者表示白色舒果套在番石榴套袋上具有促進生長效果，需進一步分析白色舒果套之相關成分與果實生長之相關性。

其它套聚乙烯塑膠袋的果實，如香蕉(Johns and Scott, 1989)、『Big Top』油桃(Li *et al.*, 2001)和印度棗(邱, 1997)均有增加果實大小的效果，而西洋梨(Amarante *et al.*, 2002)則沒有影響，塑膠袋套袋後常會提升週遭溫度，提早對『Grande Naine』香蕉套藍色聚乙烯袋，在增加果串周圍溫度的效果下，可加速細胞分裂，增加細胞數目(Jullien *et al.*, 2001)。番石榴果實套袋後細胞數目是否也有相同的現象，而導致番石榴果實在套袋後快速肥大，值得進一步探討。

表 4. 套袋材質對‘珍珠拔’番石榴果實大量元素濃度之影響

Table 4. Effect of bagging material on marco element concentration of ‘Jen-Ju Bar’ guava fruits.

Treatments ^z	Marco element concentration				
	N (%)	P (ppm)	K (%)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
Net bag	0.49 a ^y	717.8 a	1.20 a	294.0 b	453.5 ab
Silver-PE bag+EPNS	0.38 b	572.5 b	1.01 c	212.4 c	360.9 c
PE bag	0.49 a	618.3 b	1.06 bc	327.5 ab	468.3 a
Anti-UV PE bag+EPNS	0.46 a	660.7 ab	1.09 abc	208.0 c	434.5 ab
PE bag+Net bag	0.44 ab	592.6 b	1.03 bc	284.9 b	421.3 b
PE bag+RPNS	0.48 a	635.6 ab	1.05 bc	291.2 b	419.7 b
PE bag+1/2EPNS	0.50 a	636.4 ab	1.07 abc	383.1 a	448.1 ab
PE bag+EPNS	0.51 a	599.5 b	1.16 ab	313.6 b	439.8 ab

^z, ^y Described as at Table.1

表 5. 套袋材質對‘珍珠拔’番石榴果實全可溶性糖與澱粉含量之影響

Table 5. Effect of bagging material on total soluble sugar and starch content of ‘Jen-Ju Bar’ guava fruits.

Treatments ^z	Total soluble sugar (%DW)	Starch (%DW)
Net bag	30.52 b ^y	3.05 bc
Silver-PE bag+EPNS	37.04 a	2.69 de
PE bag	35.52 a	2.89 cde
Anti-UV PE bag+EPNS	36.26 a	2.78 cde
PE bag+Net bag	34.24 a	2.96 bcd
PE bag+RPNS	35.11 a	2.62 e
PE bag+1/2EPNS	37.44 a	3.42 a
PE bag+EPNS	36.52 a	3.24 ab

^z, ^y Described as at Table.1

表 6. 套袋材質對‘珍珠拔’番石榴果實總酚類化合物和過氧化酵素(POD)活性之影響
 Table 6. Effect of bagging material on total phenolic compound content and peroxidase (POD) activity of ‘Jen-Ju Bar’ guava fruits.

Treatments ^z	Total phenolic compound ($\mu\text{g/g}\cdot\text{FW}$)	POD activity ($\Delta\text{A}/\text{min}/\text{g}\cdot\text{FW}$)
Net bag	1984.41 a ^y	3.91 a
Silver-PE bag+EPNS	1415.44 d	2.64 d
PE bag	1612.48 bc	3.16 bc
Anti-UV PE bag+EPNS	1549.51 bcd	2.63 bcd
PE bag+Net bag	2059.78 a	3.52 a
PE bag+RPNS	1679.69 b	3.32 b
PE bag+1/2EPNS	1523.00 bcd	2.61 bcd
PE bag+EPNS	1458.73 cd	2.40 cd

^z, ^y Described as at Table.1

‘珍珠拔’不同套袋處理對果皮顏色的影響(表 2)，銀粉聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套果實之果皮顏色呈現淡綠色，果皮顏色偏黃，而套網袋之果實顏色濃綠，以聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套有最佳顏色，果皮亮而顏色翠綠。在 Fv/Fm 值的表現以套網袋果實最高，因套網袋果實發育較慢，果實成熟度較低而有較高葉綠素含量所致。

本試驗不同套袋材質處理後，果實之可溶性固形物以網袋處理最高(表 3)，可能與可溶性單寧含量較高有關，因套網袋果實生長較緩慢，成熟度較低具有澀味，而提升可溶性固形物之數值，並非糖度較高。聚乙烯塑膠袋內襯紅色舒果套處理之可溶性固形物最低，套袋後普遍降低果實可溶性固形物，這個結果與印度棗(邱，1997)、棗椰(Awad, 2007)和‘BC-2 Fuji’蘋果(Fallahi *et al.*, 2001)的研究結果相同，而葡萄(黃等，1984)、楊桃(熊，1997)、北蕉(蔣等，2004)套袋後果實可溶性固形物提高，‘Keitt’芒果(Hofman, 1997)和‘Hakuho’桃(Jia *et al.*, 2005)則沒有影響。果實硬度因套網袋的果實成熟度低，數值大於可測定範圍(>122.5N)，故硬度最高，其他套袋材質間無顯著差異，套袋因可提早果實成熟，故普遍有降低果實硬度的效果，與前人研究結果相同(表 3)。

(二)套袋材質對番石榴果實組成份之影響

本試驗使用之農民慣用套袋(聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套)，除鎂元素與網袋處理有明顯差異之外，對果實其他大量元素影響不大。各套袋材質之間對果實大量元素影響不一(表 4)，但以銀粉聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套之果實氮、磷、鉀、鈣和鎂元素的含量最低，銀粉聚乙烯塑膠袋也許有妨礙果實大量元素累積和運移的效果，網袋處理之果實各種

大量元素含量相對較高，而鄭(2005)的研究結果顯示，網袋處理之果實鈣和鎂元素含量較聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套處理高，而氮、磷、鉀元素含量在二種處理間沒有顯著差異，而本試驗結果以聚乙烯塑膠袋及聚乙烯塑膠袋內襯 1/2 個白色舒果套處理之鈣含量較網袋及聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套高，可能與聚乙烯塑膠袋透光性較網袋佳及溫度較高，而使光合作用及蒸散作用較強，而有較高之鈣吸收及轉運。

由以上結果顯示，套袋對果實無機元素含量有一定影響，套網袋果實因果形小，果實發育晚熟，故無機元素普遍較套袋果實高，而套袋果實生長較為迅速，經果實肥大而稀釋掉無機元素的累積，使套袋果實無機元素含量普遍較低。套袋果實無機元素含量有許多研究，各種果實表現結果不盡相同，‘BC-2 Fuji’蘋果(Fallahi *et al.*, 2001) 套袋果實的氮、鉀和銅濃度較未套袋果實高，‘Keitt’芒果(Hofman, 1997)和‘Sensation’芒果(Shorter *et al.*, 1997)套袋對無機元素沒有影響。‘Big Top’油桃與‘Opal’桃(Li *et al.*, 2001)和‘Kensington Pride’芒果(Hofman *et al.*, 1999)的研究都表示套袋會降低果實中的鈣元素含量，而本試驗各種套袋材質處理對鈣元素含量的影響不一致，一般來說，植物中的鈣是依靠蒸散流進入到果實，而套袋通常增加果實周遭的相對溼度，而降低蒸散作用，因此減少鈣元素進入到果實中。

由碳水化合物分析結果可知(表 5)，果實不同套袋材質處理間，全可溶性糖含量沒有差異，但網袋處理者全可溶性糖含量明顯較低，顯示套袋加速果實發育，提早果實成熟，而可增加果實全可溶性糖，本試驗與楊(2004)研究結果相同。套袋對果實澱粉含量也沒有明顯影響，不同套袋處理間對果實澱粉含量沒有一定變化，聚乙烯塑膠袋內襯 1/2 個白色舒果套處理的果實澱粉含量最高，聚乙烯塑膠袋內襯紅色舒果套之果實澱粉含量最低，而鄭(2005)研究結果是以網袋果實澱粉含量較高。

酚類物質聚合時可發現過氧化酵素的活性上升，本試驗分析總酚類化合物(TPC)含量與過氧化酵素(POD)活性(表 6)，發現二者皆以網袋與聚乙烯塑膠袋內襯網袋處理者最高，而銀粉聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套與聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套處理之果實最低，表示 POD 活性與 TPC 合成有密切關係。若從果實生長(圖 1 和圖 2，表 1 和表 2)的數據來看，套聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套處理的果實最大且顏色翠綠，但 POD 活性很低，而網袋與聚乙烯塑膠袋內襯網袋之處理，果實相對較小且顏色濃綠，但 POD 活性卻較高。故推測聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套的 POD 活性低，是與果實生長達到成熟，已過果實肥大期有關，而網袋與套聚乙烯塑膠袋內襯網袋處理者 POD 活性高，是與果實仍在肥大生長有關，這與 Ingham 學者(1998)蘋果 POD 結果相似，而在番茄表皮 POD 對果實生長的關係也有許多研究，Djakovic 和 Jovanovic(2003)發現番茄果實停止生長期(未熟期與綠熟期階段)，POD 活性上升，顯示 POD 在果實生長是扮演抑制的角色。細胞壁 POD 是調節果實生長的重要因子，番茄 POD 活性與果實生長終止有強烈相關性(Sladjana *et al.*, 2007)，Thompson 等學者(1998)的研究同樣顯示番茄表皮細胞壁的 POD，自花後 40-45 天活性明顯上升，同期正是番茄果實停止擴大期。前人研究結果不盡相同，因此建議未來應針對不同套袋材質對‘珍珠拔’番石榴果肉與果皮之 POD 活性做周年生長調查，以確定 POD

對番石榴生長發育之影響。

綜合以上所述，番石榴以各種套袋材質處理後，仍以聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套的果形顯著大於其他材質，若內襯 1/2 個白色舒果套，則果實發育減緩，而未內襯舒果套的果實發育最慢，顯示白色舒果套在番石榴生長過程中，可能扮演很重要的角色。在分析各種套袋材質對果實組成份與相關酵素活性影響的結果顯示，銀粉聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套之果實大量元素含量最低，推測銀粉聚乙烯塑膠袋有阻礙果實大量元素累積和運移的效果；除網袋處理外，各種套袋材質在碳水化合物含量部分差異不大；而聚乙烯塑膠袋內襯白色舒果套的果實 POD 活性很低，應為果實生長進入尾聲所致。建議未來試驗應探討套袋材質物化特性與果實品質間的關係，並分析果實發育期間 POD 活性的變化，確定白色舒果套與 POD 在果實肥大所扮演的生理角色。

參 考 文 獻

- 丁建卿。2006。最親切的台灣水果—番石榴。鄉間小路 32：3-11。
- 林芳存、郭銀港、呂民雄。1992。套袋對番石榴果實大小與品質影響。嘉義農專學報 29：37-45。
- 邱祝櫻。1997。疏果及套袋對印度棗產量及品質之影響。高雄區農業改良場研究彙報 9：34-43。
- 黃子彬、楊耀祥、李金龍。1984。套袋對巨峰葡萄果實品質之影響。台灣農業 20：29-33。
- 楊建榮。2004。套袋處理對‘水晶’番石榴果實生育及品質之影響。國立中興大學園藝學研究所碩士論文 129pp。台中。
- 熊同銓。1997。套袋對於楊桃果實品質之影響。提升果樹產業競爭力研討會專集 III pp.111-115。
- 蔣世超、柯定芳、張春梅、陳美珍。2004。牛皮紙套袋與聚乙烯套袋對香蕉果房發育和後熟品質之影響比較。中國園藝 50：245-252。
- 鄭安亨。2005。‘珍珠拔’番石榴生育期間葉片、果實礦物元素及光合產物之變化與果實品質間之關係。國立中興大學園藝學研究所碩士論文 97pp。台中。
- Amarante, C., N. H. Banks, and S. Max. 2002. Effect of preharvest bagging on fruit quality and postharvest physiology of pears (*Pyrus communis*). N. Z. J. Crop Hort. Sci. 30:99-107.
- Awad, M. A. 2007. Increasing the rate of ripening of date palm fruit (*Phoenix dactylifera* L.) cv. Helali by preharvest and postharvest treatments. Postharvest Biol. Technol. 43:121-127.
- Djakovic, T. and Z. Jovanovic. 2003. The role of cell wall peroxidase in the inhibition of leaf and fruit growth. Bulg. J. Plant Physiol. Special issue 264-272.
- Dubois, M. 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. Anal.

- Chen. 28:350-356.
- Fallahi, E., W. M. Colt, C. R. Baird, B. Fallahi, and I. J. Chun. 2001. Influence of nitrogen and bagging on fruit quality and mineral concentrations of 'BC-2 Fuji' apple. HortTechnol. 11(3):462-466.
- Hofman, P. J., D. R. Beasley, and D. C. Joyce. 1999. Effect of preharvest bagging and of embryo abortion on calcium levels in 'Kensington Pride' mango fruit. Aust. Exper. Agri. 39:345-349.
- Hofman, P.J., L. G. Smith, D. C. Joyce, G. I. Johnson, and G. F. Meiburg. 1997. Bagging of mango (*Mangifera indica* cv. 'Keitt') fruit influences fruit quality and mineral composition. Postharvest Biol. Technol. 12:83-91.
- Ingham, L. M., M. L. Parker, and K. W. Waldron. 1998. Peroxidase: changes in soluble and bound forms during maturation and ripening of apples. Physiol. Plant. 102:93-100.
- Jia, H. J., A. Araki, and G. Okamoto. 2005. Influence of fruit bagging on aroma volatiles and skin coloration of 'Hakuho' peach (*Prunus persica* Batsch). Postharvest Biol. Technol. 35:61-68.
- Johns, G. G. and K. J. Scott. 1989. Delayed harvesting of bananas with 'sealed' cover in bunches: Effect on fruit yield and quality. Aust. J. Exp. Agric. 29:727-733.
- Johnson, L. B. and B. A. Cunningham. 1972. Peroxidase activity in healthy and leaf-rust-infected wheat leaves. Phytochemistry 1:547-551.
- Jullien, A., N. G. Munier-Jolain, E. Malézieux, M. Chillent, and B. Ney. 2001. Effect of pulp cell number and assimilate availability on dry matter accumulation rate in a banana fruit [*Musa sp.* AAA group 'Grande Naine' (Cavendish subgroup)]. Ann. of Bot. 88:321-330.
- Keith, R. W., D. L. Tourneau, and D. Mahlum. 1958. Quantitative paper-chromatograph determination of phenols. J. Chromatography 1:534-536.
- Li, S. H., M. Génard, J. G. Bussi, J.G. Huguet, R. Habib, J.Besset, and R. Laurent. 2001. Fruit quality and leaf photosynthesis in response to microenvironment modification around individual fruit by covering the fruit with plastic in nectarine and peach trees. J. Hort. Sci. Bio. 76:61-69.
- Shorter, A. J., D. C. Joyce, and D. R. Beasley. 1997. Effect of preharvest bagging on fruit calcium levels, and storage and ripening characteristics of 'Sensation' mangoes. Aust. Exper. Agri. 37:383-389.
- Sladjana, S., B. Vucelic-Radovic, and R. Stikic. 2007. Biochemical regulation of tomato fruit growth. Comparative Biochem. and Physiol. Part A 146:S274.
- Thompson, D. S., W.J. Davies, and L. C. Ho. 1998. Regulation of tomato fruit growth by epidermal cell wall enzymes. Plant Cell Environ. 21:589-599.

Influence of Bagging Material on Fruit Development and Physical-Chemical Composition of ‘Jen-Ju Bar’ Guava (*Psidium guajava* L. cv. Jen-Ju Bar)

Hsin-Ting Wang¹⁾ Huey-Ling Lin²⁾

Key words: Bagging, Jen-Ju Bar, Peroxidase, Mineral nutrient

Summary

The influence of bagging material on guava fruit growth was studied. The results showed that the fruits bagged with EPNS within PE bag were faster in growth rate and more pale green in peel color than those with net bag. The macromutrient concentration, such as N, P, K, Ca and Mg, in fruits bagged with Silver-PE and EPNS were lowest among treatments. In contrast, the minerals concentration in fruits bagged with net bag were highest. Total soluble suger and starch content were no different among treatment, but total phenolic compound and peroxidase activity in fruits bagged with net bag and PE+Net bag were highter other bagging material. Our results indicated that the peroxidase maybe involve in guava fruit growth.

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

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

Corresponding author.

桃的 ISSR 指紋圖譜分析

張靜誼¹⁾ 溫英杰²⁾ 倪正柱³⁾

關鍵字：桃、桃李屬、ISSR、指紋圖譜分析

摘要：桃(*Prunus persica* (L.) Batsch)為常見之落葉果樹，品種眾多，世界第四大落葉果樹。為台灣重要經濟果樹。除了以外表型態特徵為標誌外，應尋找更簡便的方法，應用在育種工作及品種分類分群上。近年來，以 PCR 為基礎的 DNA 分子標誌(DNA molecular marker)技術被廣泛應用在生物種間、種內、族群間及族群內的研究，ISSR 分子標誌由於具有簡便、穩定、DNA 多型性高等優點，多應用在遺傳歧異度分析、指紋圖譜分析及基因圖譜等分析。本研究以 26 個桃品系(包含 22 個由農業試驗所選育之栽培品系)為試驗材料。利用 ISSR 分子標誌進行不同品系遺傳相似性之評估及建立 DNA 指紋圖譜。藉由 DNA 條帶圖譜的建立，可利用單一引子區分試驗的 26 個品系。試驗結果以 21 條可擴增較多多型性條帶且再現性良好之引子，共產生 170 個條帶，93 條為多型性條帶，多型性條帶比例為 54.71%。從 UBC-881(720 bp)及 UBC-889(700 bp)引子篩選到具品種專一的二個特殊條帶，其代號為'5-9'之品種所特有。本論文之研究，顯示 ISSR 分子標誌應用在桃品種(系)之鑑定為有效之分析工具。

前 言

桃(*Prunus persica* (L.) Batsch)屬薔薇科(Rosaceae)桃李屬(*Prunus*)，原產於中國，為台灣重要落葉果樹之一，其栽培面積及產量居蘋果、梨和葡萄之後，為世界第四大落葉果樹。經過長久自然演化與人為選育，使桃種質具多樣性，品種豐富且栽培遍及全世界，目前全世界已知品種已近 8000 種，中國約有 800 種左右(吳，1991；董等，2006)。

1) 國立中興大學碩士班研究生。

2) 行政院農委會農業試驗所副研究員。

3) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

早期的分類鑑定多以外表形態特徵、分布及用途等為依據，但原本用以鑑定的形態標誌不足以辨識日益增多的品種。近年來分子標誌(molecular marker)技術發展迅速，因是以 DNA 進行品種或品系鑑定，不受環境或取樣部位影響，亦不受限於植物發育階段，少量樣品即可供多次分析，取樣時可避免干擾正常植株生育，DNA 樣品方便長期保存，試驗結果之穩定性及重複性高，及標準化之簡易操作步驟等優點，廣泛被運用在遺傳歧異度(genetic diversity)分析(Wolff and Richards, 1998; Blair *et al.*, 1999; Shiran *et al.*, 2007; Yamamoto *et al.*, 2001)、作物分類分群及種原鑑定(Cipriani *et al.*, 1996; Scott *et al.*, 1996; Prevost and Wilkinson, 1999; Arnau and Bourgoïn, 2002)、特定基因鑑定篩選(Lawson *et al.*, 1995; Dirlewanger *et al.*, 1996; Yamamoto and Hayashi, 2002)及建立遺傳圖譜(genetic mapping)(Baird *et al.*, 1992; Zietkiewicz *et al.*, 1994; Rajapakse *et al.*, 1995; Quarta *et al.*, 1996; Dettori *et al.*, 2001; Yamamoto *et al.*, 2005)等，也有用在尋找抗病基因(Ratanaparkhe *et al.*, 1998)之研究。有助於作物品種保存與遺傳育種工作之進行(曾, 2005)。一般將分子標誌技術分成兩大類：一類為較早期的蛋白質分子標誌，如：同功酶(isozyme)；另一類為 DNA 分子標誌，如：RAPD、RFLP、AFLP、RAMP、ISSR、SSR 等。而桃因基因組小(約 0.59×10^9 bp)，遺傳結構簡單，染色體數 $2n=16$ ，極適合用於分子方面之研究(Baird *et al.*, 1994; Dirlewanger *et al.*, 2004)。

近年來，由於高山農業發展受限制，因此選育適合中低海拔栽培之桃品種實為必要。農業試驗所自民國 70 年代即開始進行選育適合中低海拔栽培品種，以選出低需冷性之新品種。其於植物品種財產權之保障(Plant Variety Property)，對侵權之舉證，就必須有足夠證據，才能保障育種者權益。以形態標誌分類，有易於判斷之優點，但同一種作物可用之標誌有限，已不足分辨日益增多之品種，同時易受環境及栽培條件影響分析結果。故發展一個穩定、快速而可靠的分類鑑定方法，應用在作物品種指紋圖譜分析及遺傳歧異度分析為育種選拔及品種鑑別的有力工具。

本研究分析 22 個由農試所育成之桃品系及 4 個引種自國外的栽培種，藉由 DNA 分子標誌的分析鑑定，評估新育成桃品系及其親本間之差異。目的在利用 DNA 分子標誌可以有效且快速篩選，以所得的指紋圖譜分析品系間差異，並找出具品種代表性的特殊片段做為品種標誌，以為品種鑑別依據。

材料及方法

一、試驗材料

本試驗植物材料合計 26 個品系(表 1)，含引自國外的'TropicBeauty'(TB)、'UFGold'、'90-35C'及'Premier'(台農選 1 號)等 4 個品種，樣本分別採自農業試驗所萬豐保存園及信義鄉羅娜保存園。選取健康且外觀完整之嫩葉數片為樣本，葉面清潔乾淨，保存於-80℃冰

箱中，供 DNA 萃取用。試驗品種代號及其形態特性調查如表 2 所列。

二、試驗方法

(一) DNA 萃取及定量

取新鮮嫩葉 0.1~0.15 克，用液態氮將葉片磨碎，置入微量離心管中，加入已預熱(65℃)的 CTAB 萃取緩衝液 600 μ l (100 mM Tris-HCl, pH8.0; 20 mM EDTA; 1.4 M NaCl; 1% (v/v) PEG-6000; 2% (w/v) CTAB; 0.5% (v/v) β -Mercaptoethanol) 輕輕混勻，置於 65℃ 恆溫槽 30 分鐘(其間每隔 3-5 分鐘取出微量離心管，反轉混合數次)。加入 600 μ l chloroform-isoamyl alcohol (24:1, v/v) 輕輕混勻，以 4℃，12000 rpm (MICRO 240A, Denville Scientific Inc.) 離心 10 分鐘。取上清液，加入 600 μ l chloroform-isoamyl alcohol (24:1, v/v) 輕輕混勻，再以 4℃，12000 rpm 離心 10 分鐘。取上清液加入 400 μ l 異丙醇(isopropanol)，室溫下靜置 10 分鐘。4℃，12000 rpm 離心 20 分鐘，去上層液。加入 1 ml washing buffer (76% (v/v) ethanol; 10 mM ammonium acetate) 清洗沉澱物(pellet)。4℃，12000 rpm 離心 10 分鐘，去上層液，使沉澱物乾燥。將沉澱物溶於 50 μ l TE buffer (10 mM Tris-HCl, pH7.4; 1 mM EDTA, pH8.0) 中，加入 1 μ l RNaseA (10 mg/ml)，37℃ 反應 60 分鐘。4℃，12000 rpm 離心 5 分鐘，吸取 DNA 溶液(不含離心管底部的沉澱物)。取 DNA 原液稀釋 100 倍，以光電比色計(Hitachi U-3000)，測定 OD₂₆₀ 及 OD₂₈₀ 吸光值，估算 DNA 濃度。DNA 原液保存於 -80℃，取部分原液稀釋成 5 ng / μ l 的溶液保存於 4℃ 備用。

(二) 聚合酵素連鎖反應(Polymerase Chain Reaction, PCR)與電泳分析

以 30 ng 的 genomic DNA 當模板，在總體積 25 μ l 反應溶液中進行反應。反應溶液中含有 1X PCR buffer (50 mM KCl, 10 mM Tris-HCl pH9.0, 0.1% Triton[®]X-100)、2 mM MgCl₂、200 μ M dNTPs (dATP, dCTP, dGTP, dTTP)、0.2 μ M primer 及 1U Taq DNA polymerase (Promega)，置入 DNA 熱循環儀(TC-XP-D)中反應。反應條件設為：起始 94℃ 5 分鐘，再以 94℃ 1 分鐘→ 54℃ 1 分鐘→ 72℃ 2 分鐘，循環 42 次；最後再於 72℃ 6 分鐘。反應產物保存在 4℃ 以供電泳分析。取 12 μ l 經聚合酶連鎖反應產物，加 1 μ l 稀釋 6 倍電泳指示液，以 1.5% Agarose, 0.5X TBE buffer，電泳約 40 分鐘，以 0.5 mg/ml 溴化乙錠(Ethidium Bromide)染色，於 UV 燈下觀察 DNA 片段多型性，照相並儲存影像於 Kodak Digital Science ID Image Analysis(Eastman Kodak Co.)影像分析系統，進行資料比對分析。

(三) 資料分析

將記錄下的 ISSR 條帶轉換成 0 及 1 之代碼，根據條帶的有無，依 Jaccard(1908)所提之相似度計算公式： $N_{ab}/(N_a + N_b - N_{ab})$ ，計算所有樣品兩兩間相似度，其中 N_a 是樣本 a 的條帶數， N_b 是樣本 b 的條帶數， N_{ab} 是樣本 a 和 b 共有的條帶數。利用 NTSYS-pc 套裝軟體(Rohf, ver 2.0)所提供的未加權平均法(unweighted group method with arithmetic mean, UPGMA)來計算所擴增 DNA 片段相似性，繪製親緣關係樹狀圖。以每一條帶的出現為一個特徵(character)，有條帶出現者以“1”代表，無條帶者以“0”代表，以此建立 DNA 指紋圖譜(表 3)。

表 1. 試驗中所用品系組合

Table 1. The cultivars used in this study.

親 本	子代之代號
90-35C × Premier	92-1、93-1、93-28、93-19Y、94-10Y
12-3 × Tropic Beauty	93-14、93-23、93-36
12-3 × UFGold	91-2、91-3、91-4P、91-5、92-4
66 × UFGold	93-38Y
5-9 × UFGold	93-32、93-39
5-9 × Tropic Beauty	87-1、87-3、87-4

結 果

一、ISSR 分析與條帶記錄

本試驗中 ISSR 分析篩選 UBC kit#9 的 100 條引子，從中選取放大反應效果較好且穩定性較高的 21 個引子(見表 3)進行實驗，結果共產生 170 條條帶，93 個多型性條帶(含 2 個專一條帶，為 UBC881/720bp (圖 1)及 UBC889/700 bp (圖 2)，皆為代號'5-9'品系所特有)及 77 個單型性條帶，產生多型性條比例為 54.71%。每條引子平均可擴增 8.1 個條帶，4.4 個多型性條帶。

二、DNA 條帶圖譜之建立

以 ISSR 分析圖譜中條帶的出現為一個特徵(character)，有條帶出現者以“1”代表，無條帶者以“0”代表，再依不同引子在品系間擴增條帶不同分類，建立 DNA 指紋圖譜。分析結果，試驗用的 26 個桃品系皆可用篩選出的 21 個引子做有效區別，即全部 26 個桃品種(系)，只須用 21 個引子中的某個單一引子即可和其它品系做區分(表 4)。

三、ISSR 群叢分析

將試驗中 ISSR 分析結果依 Jaccard (1908)之公式($Nab/(Na+Nb-Nab)$)，計算樣品間之相似度，利用 NTSYS-pc 軟體所提供的未加權平均法(UPGMA)來計算其擴增 DNA 片段間相似性，繪製分群組合之親緣關係樹狀圖(圖三)。依 ISSR 分析對照外表性狀調查，分群分析結果，可將果肉質地為不溶質(分別為代號'90-35C'、'UFGold'、'91-5'、'92-4')、硬溶質('93-1'、'93-23'、'93-36'、'93-39')的品系與果肉為溶質的品系區分。各品系間遺傳相似係數，以'93-19Y'和'93-28'的相似係數最大為 0.93；'91-4P'為蟠桃，與其它品系遺傳相似係數為 0.85，不是最遠；以'12-3'和其它品系間相係數最低為 0.73，顯示'12-3'和所有品系之遺傳歧異度最大。

表 2. 桃種原之代號及其形態特性

Table 2 . Cultivars number and characteristics of peach germplasm.

品種代號 Cultivars no.	開花期 Flowering date ^z	成熟期 Mature date	可溶性糖 (° Brx)	果肉顏色 Flesh color	果肉質地 Flesh texture	平均果重(g) Mean fruit weight
90-35C	1 月下旬	5 月上旬	11.4±1.45	黃肉	不溶質	108.33±15.72
92-1	2 月中旬	5 月上旬	13.7±0.79	白肉	溶質	103.17±25.38
93-1	1 月中旬	4 月下旬	14.5±1.15	白肉	硬溶質	86.54±17.46
93-19Y	1 月下旬	5 月中旬	13.9±1.33	黃肉	溶質	91.28±18.99
93-28	1 月中旬	5 月中旬	13.1±1.05	白肉	溶質	97.17±18.39
94-10Y	1 月下旬	5 月中旬	13.5±1.0	黃肉	溶質	85.96±12.73
Premier	1 月下旬	5 月上旬	11.6±1.21	白肉	溶質	96.74±18.26
12-3	2 月上旬	4 月下旬	14.2±1.34	白肉	溶質	103.46±18.89
93-14	1 月下旬	5 月上旬	13±2.02	白肉	溶質	106.13±20.65
93-23	1 月上旬	4 月下旬	14.1±1.8	白肉	硬溶質	100.88±20.5
93-36	1 月下旬	5 月中旬	14±1.5	白肉	硬溶質	94.81±14.61
TB	1 月上旬	4 月下旬	13.1±1.82	黃肉	溶質	118.47±23.11
66	1 月下旬	5 月上旬	12.4±1.89	白肉	溶質	125.6±21.31
93-38Y	1 月下旬	5 月中旬	15±0.8	黃肉	溶質	132.93±18.38
UFGold	1 月下旬	4 月下旬	13.3±0.2	黃肉	不溶質	102.34±16.18
87-1	2 月上旬	4 月下旬	12.8±1.62	白肉	溶質	95.45±20.24
87-3	1 月下旬	5 月上旬	13.9±1.49	白肉	溶質	99.11±19.81
87-4	2 月中旬	5 月中旬	13.4±0.7	白肉	溶質	97.34±16.09
5-9	1 月下旬	5 月上旬	11.3±1.43	白肉	溶質	116.37±19.16
93-32	1 月下旬	5 月中旬	13.1±1.71	白肉	溶質	93.56±15.86
93-39	2 月上旬	5 月下旬	14.3±1.2	白肉	硬溶質	87.2±14.08
91-2	1 月下旬	4 月下旬	13.1±1.41	白肉	溶質	110.61±24.63
91-3	1 月下旬	5 月上旬	12.4±1.28	白肉	溶質	104.24±17.68
91-4P	2 月上旬	5 月上旬	12.6±1.83	白肉	溶質	105.45±22.41
91-5	1 月下旬	5 月中旬	13.5±1.3	白肉	不溶質	121.94±24.77
92-4	2 月上旬	5 月上旬	13.6±2.1	白肉	不溶質	82.27±12.34

^z 50% of the flower bloom

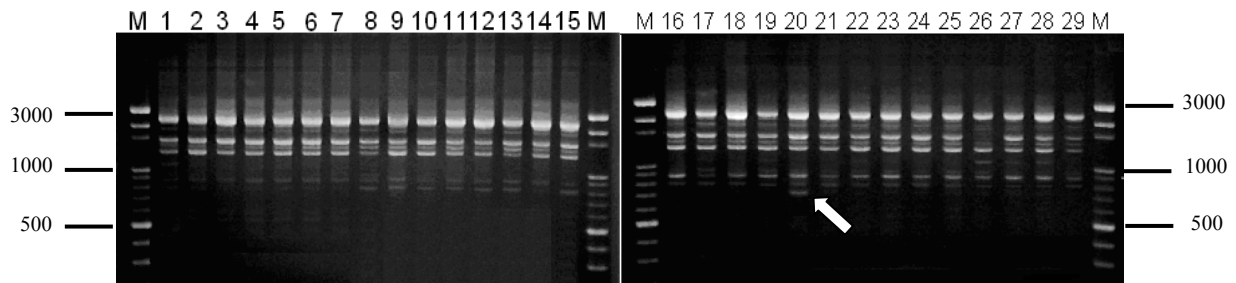


圖 1. 桃品種以 UBC-881 引子產生之 ISSR 電泳分析圖。M：Marker 100 bp DNA ladder，Lane1：90-35C，Lane2：92-1，Lane3：93-1，Lane4：93-19Y，Lane5：93-28，Lane6：94-10Y，Lane7：Premier，Lane8：12-3，Lane9：93-14，Lane10：93-23，Lane11：93-36，Lane12：TB，Lane13：66，Lane14：93-38Y，Lane15：UFGold，Lane16：TB，Lane17：87-1，Lane18：87-3，Lane19：87-4，Lane20：5-9，Lane21：93-32，Lane22：93-39，Lane23：UFGold，Lane24：91-2，Lane25：91-3，Lane26：91-4P，Lane27：91-5，Lane28：92-4，Lane29：12-3，M：Marker。(箭頭所指為'5-9'品系的專一條帶。圖中 Lane8 及 Lane29 皆為代號'12-3'之品系；Lane12 及 Lane16 皆為代號'TB'之栽培種；Lane15 及 Lane23 皆為代號'UFGold'之栽培種)

Fig 1. ISSR profiles of Peach cultivars generated by primer UBC-881.(The cultivar's number 1-29 are the same as above)

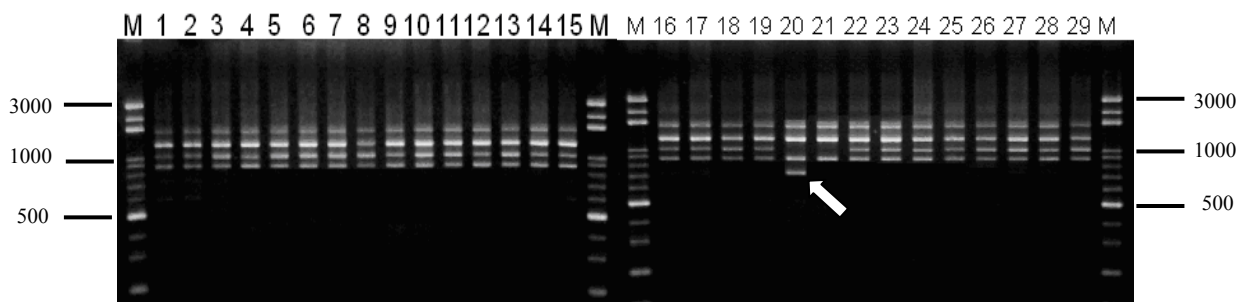


圖 2. 桃品種以 UBC-889 引子產生之 ISSR 電泳分析圖，箭頭所指為'5-9'品系的專一條帶。(品種代號 1-29 如圖 1)。

Fig 2. ISSR profiles of Peach cultivars generated by primer UBC-889.(The cultivar's number 1-29 are the same as Fig.1)

表 3. ISSR 分析引子序列及產生總條帶數

Table 3. The ISSR primers sequence and total bands in this experiment.

引子編號 Primer Number	引子序列(5'→3') Primer sequence(5'→3')	單型性條帶 monomorphic bands	多型性條帶 polymorphic bands	總條帶 total bands
UBC-807	AGAGAGAGAGAGAGAGT	5	5	10
UBC-809	AGAGAGAGAGAGAGAGG	5	5	10
UBC-811	GAGAGAGAGAGAGAGAC	3	2	5
UBC-813	CTCTCTCTCTCTCTT	5	6	11
UBC-815	CTCTCTCTCTCTCTTG	3	4	7
UBC-816	CACACACACACACAT	2	3	5
UBC-823	TCTCTCTCTCTCTCC	3	4	7
UBC-825	ACACACACACACACT	2	3	5
UBC-828	TGTGTGTGTGTGTGA	4	0	4
UBC-829	TGTGTGTGTGTGTGC	2	3	5
UBC-840	GAGAGAGAGAGAGAGAYT	1	7	8
UBC-845	CTCTCTCTCTCTCTRG	2	7	9
UBC-853	TCTCTCTCTCTCTCRT	7	3	10
UBC-854	TCTCTCTCTCTCTCRG	3	7	10
UBC-866	CTCCTCCTCCTCCTC	4	3	7
UBC-880	GGAGA GGAGA GGAGA	3	11	14
UBC-881	GGGTG GGGTG GGGTG	3	8	11
UBC-888	BDB CACACACACACACA	5	5	10
UBC-889	DBD ACACACACACACAC	3	2	5
UBC-890	VHVGTTGTGTGTGTGT	8	1	9
UBC-891	HVHTGTGTGTGTGTGT	4	4	8
平均		3.7	4.4	8.1
總計		77	93	170

B : C 或 G 或 T D : A 或 G 或 T H : A 或 C 或 T
 R : A 或 G V : A 或 C 或 G Y : C 或 T

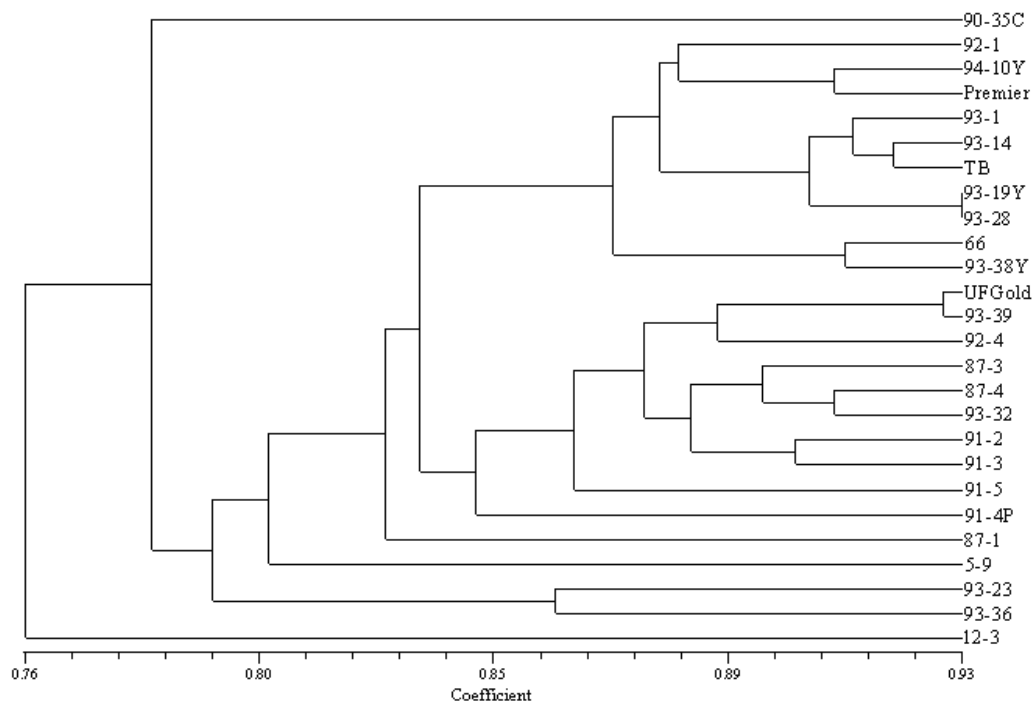


圖 3. 26 桃種原之 ISSR 標誌群叢分析樹狀圖

Fig 3. The dendrogram of 26 peach germplasms based on ISSR markers.

討 論

根據野生桃的分布一般相信桃起源於中國大陸，經過長久的自然演化及人為選育，使桃種質具多樣性。本研究選用 26 個樣本，其中 22 個為國內自行育成之品系，4 個引種自外國的栽培種。由於果樹作物世代周期長、多倍體現象普遍存在，且具幼年性，每個品種由雜交到選定，須耗費許多時間及成本(張及羅，2004)。容易以無性繁殖方法快速且大量繁殖出具優良性狀的品種，不利植物品種財產權(Plant Variety Property)的保障，在對侵權舉證，若沒有足夠證據，才無法保障育種者權益。傳統之形態標誌已不足以應付日益增加的作物種類及品種。隨著分子生物技術的發展，利用分子標誌探討生物間遺傳歧異度(genetic diversity)，為專家學者努力的目的。分子標誌的發展，可快速準確對品種分類或鑑定，為品種鑑定的有效方法(曾和王，1995)。基於植物品種權保護原則，對育種家新選育之品種，若能篩選出可做品種標誌的特殊片段，有助品種專利權的推行。本試驗以 ISSR 分子標誌進行實驗分析，建立本次實驗中 26 個桃品種(系)之 DNA 指紋圖譜

本試驗分析結果篩選出 21 條再現性良好的引子，其中以含 2 核苷酸重複的 14 條引子最多，在總共 60 條 2 核苷酸重複引子中，佔 23%，佔所有篩選出表現良好引子的 66.67

表四 4. 26 桃品種 (系) ISSR 分析之 DNA 指紋圖譜
Table 4. ISSR DNA fingerprinting of 26 peach cultivars (lines).

品種 cultivars	ISSR 引子代號 ISSR primer no.																指紋鑑定的引子 Primers needed for fingerprint						
	807	809	811	813	815	816	823	825	828	829	840	845	853	854	866	880	881	888	889	890	891	數量 NO	引子 Primer no.
90-35C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	1	840; 845; 866; 880
92-1	A	B	B	A	A	A	A	B	A	A	B	B	A	B	B	B	A	A	A	B	B	1	854; 880
93-1	B	A	A	C	A	B	A	B	A	A	C	C	A	C	B	C	B	A	A	A	B	1	840; 845; 854; 880; 881
93-19Y	C	B	A	C	A	A	B	B	A	A	B	B	A	D	B	D	C	B	A	A	B	1	880
93-28	D	B	A	C	B	B	B	B	A	A	B	B	A	E	B	E	C	A	A	A	B	1	807; 815; 880
94-10Y	E	C	B	D	A	A	A	A	A	A	D	D	A	F	B	F	C	A	A	A	B	1	854
Premier	F	C	B	D	C	A	B	C	A	A	B	B	A	G	B	G	C	B	A	B	C	1	807; 880
12-3	G	A	A	C	D	A	A	D	A	B	E	E	B	H	C	H	D	C	A	A	D	1	825; 829; 840; 845; 854; 866; 880; 881; 888
93-14	B	D	A	C	A	B	B	B	A	A	D	F	A	I	B	I	E	A	A	A	B	1	854; 880
93-23	H	B	A	C	A	A	B	A	A	A	F	F	B	J	D	J	F	A	A	A	B	1	840; 854; 881
93-36	H	B	A	A	E	C	B	E	A	A	G	F	A	K	D	K	E	A	A	A	B	1	815; 816; 840; 854; 880
TB	B	E	C	C	A	B	C	C	A	C	B	G	A	D	B	J	C	A	A	A	B	1	809; 845
66	B	F	B	B	A	B	A	B	A	A	B	B	A	L	D	L	E	A	A	B	B	1	809; 854; 880
93-38Y	I	D	A	A	C	B	A	B	A	A	H	D	A	M	B	M	E	A	A	B	B	1	854; 880
UFGold	I	G	B	E	A	A	A	B	A	C	A	H	C	D	B	N	G	A	A	B	E	1	880
87-1	I	B	A	F	A	B	B	B	A	C	H	I	A	N	D	O	H	B	A	A	F	1	807; 854; 880
87-3	G	D	C	C	A	A	D	E	A	C	D	H	A	O	D	P	I	A	A	B	F	1	880; 881
87-4	G	B	A	C	A	A	A	C	A	D	B	I	A	E	D	F	G	A	B	B	F	1	889
5-9	K	A	B	G	A	D	A	B	A	D	H	J	D	P	D	Q	J	A	C	B	F	1	813; 845; 853; 854; 880; 881; 889
93-32	G	H	A	F	F	A	A	B	A	D	B	K	B	O	D	R	H	A	A	B	G	1	809
93-39	G	I	B	E	A	D	D	B	A	C	B	K	C	O	D	R	G	A	A	B	E	1	809
91-2	K	G	A	C	F	A	D	B	A	C	B	L	C	D	D	S	E	A	A	B	F	1	880
91-3	L	D	A	F	F	E	A	A	A	C	B	L	E	D	D	T	G	A	A	B	H	1	807; 853
91-4P	C	B	A	C	F	A	D	A	A	A	B	M	B	R	D	T	K	A	A	B	I	1	845; 854; 881
91-5	G	J	B	H	F	A	A	A	A	A	B	N	C	A	D	U	E	D	A	B	F	1	809; 813; 845; 880; 888
92-4	E	G	B	C	A	E	D	B	A	C	B	O	C	G	D	V	E	A	A	B	I	1	845; 880

% (14/21 為最多)，顯示在本試驗所有參試品種中，基因組所含的遺傳因子以含 2 核苷酸重複的序列較為豐富，與 Akkaya 等(1992)提出，在植物基因組中微衛星序列出現頻率較高是由二核苷酸重複序列單元，通常是(AT) n 及(GT) n 所組成及周(2005)中提出植物基因組中以 2 核苷酸重複的序列較為豐富相符合。所有引子，除了 UBC-828 全為單型性條帶外，其餘引子皆產生多型性條帶，多型性條帶比例為 54.71%，與 McGregor 等在 2000 年以四種分子標誌區別馬鈴薯品系之應用產生的多型性條帶比例中，ISSR(78.8%)為第三，低於 AFLP(98.4%)及 SSR(97.4%)的結果相比，比例偏低。在桃相關研究，溫及許(2003)利用 RAPD 分子標誌分析 29 個桃品種，產生的多型性條帶比例為 75.1%。俞等(2004)以 SSR 分子標誌對桃的 6 個種和扁桃進行鑑定，產生的多型性條帶比例為 83.3%，此結果和 McGregor(2000)等以四種分子標誌區別馬鈴薯品系產生的多型性條帶比例的結果相比較，本試驗 ISSR 分析的多型性條帶較低，推測為品種間差異的結果。另外，在 McGregor(2000)的研究顯示引子再現率及平均每個引子可得到的多型性條帶數等在四種分子標誌分析時各有其優缺點。顯示不同分子標誌在相同作物的應用上亦各有優缺點，在選擇試驗方法時，則應考慮現有材料、儀器設備及研究目的等的不同，選擇適當的分子標誌技術。

試驗的品種(系)間遺傳相似係數介於 0.73-0.93 之間，與溫等(2003)以 RAPD 分子標誌分析 29 個桃栽培，結果品種間的遺傳相似係數介於 0.73-0.93 之間，相似度接近，顯示試驗品種間遺傳歧異度與 Quarta 等(2001)所用之品種相比較，相對較高。而 Cheng 等(2001)以 RAMP 技術分析 41 個桃品種，各品種間的遺傳相似係數介於 0.51-0.85 間，另外俞等(2004)以 SSR 分子標誌對桃的 6 個種和扁桃進行分析，各個桃種間遺傳相似係數介於 0.39~0.83 之間，綜合觀之，顯示在桃種質間的遺傳歧異度差異極大。試驗中'12-3'及'90-35C'等二個品種(系)在群叢分析樹狀圖(圖 3)中，可看出與其它品種的遺傳相似度較低，分別為 0.76 及 0.78。在代號'5-9'品系找到二條專一性條帶，分別位在引子 UBC881 / 700 bp(圖 1)及 UBC889 / 720bp(圖 2)產生，可當做'5-9'的品種標誌，若能證明所篩選到的片段條帶是與某特殊性狀相連鎖的特殊片段，則應用育種上，可在幼苗期進行篩選，減少許多成本的耗費及增加空間的利用性。如 2001 年 Kanzaki 等利用 AFLP 分析柿品種，發現其中的 EACC / MCTA-400 標誌可在澀柿品種的 8 kb 和 6.5 kb 產生條帶，甜柿則無，以此為標誌，有助於甜柿品種育種時苗期的篩選。

本研究主要目的在於桃種原分析，做出品系間的 ISSR 指紋分析圖譜。以 21 個 ISSR 引子擴增的 DNA 多型性片段建立此 26 個品種(系)DNA 指紋圖譜(DNA fingerprinting) (表 4)作為品種鑑定依據，並在新育成具優良性狀品系中找到二個具品種專一的特殊片段，作為品種標誌。試驗結果，26 個桃品種(系)皆可用選出的 21 個引子有效區別，即 26 個桃品種(系)皆只須用 21 個引子中的某個單一引子即可和其它品種(系)區分。與 Prevost 及 Wilkinson(1999)提出以 4 個 ISSR 引子分析 34 個馬鈴薯品系，只用四個引子中的任兩個引子所產生的條帶即可區分所有品系的結果相比較，本試驗結果，雖無法以 21 個引子中的

任一個引子區分所有品種(系)，但試驗用的每個品種(系)都可用單一引子和其它品種(系)區分，且 ISSR 產物再現性良好。其中以 UBC-880 所擴增的多型性條帶最豐富，可區分 18 個品種(系)與 Potter 等在 2002 年僅用 1 個 ISSR 引子可區分 15 個核桃品種的結果相比，顯示本試驗中以 UBC-880 引子的區分效果較好。而在 Potter 試驗中可以用 2 個 ISSR 引子組合即可鑑定 31 個品種，只有 2 個品種需要用 3 個 ISSR 引子才能區分，此結果證明 ISSR 標誌可運用於近緣種品系之鑑定及分類分群(劉和賈，1997)，但所用引子數量多寡，則因試驗品種不同而異。

依 ISSR 分析對照外表性狀調查(表 2)，桃品種(系)分析之樹狀圖(圖 3)的分析結果中可將果肉質地為不溶質、硬溶質的品種(系)與果肉為溶質的品系區分。桃果肉顏色之遺傳，白肉為顯性(Y)黃肉為隱性(y)，對照試驗所用品種(系)之雜交親本及其子代之外表性狀調查表(表 1 及表 2)，以'6-6'及'Premier'為親本之雜交組合所產生之子代有產生黃肉品系，可推定此二品系控制果肉顏色之基因為異質結合(Yy)。試驗的'91-4P'為蟠桃，群叢分析樹狀圖可知，與其它品種(系)之遺傳相似係數為 0.85，其果實外表形狀和其它品種(系)明顯不同，但相較之下，遺傳相似係數不是最低，反而以'12-3'和其它品種(系)間相似係數最低為 0.73，表示'12-3'與其餘品種(系)之親緣關係最遠。而本試驗分析結果所產生大量之多型性條帶，相信在遺傳圖譜的建立或是在育種上篩選所需的性狀能提供有用的資訊。

參 考 文 獻

- 吳耕民。1991。中國溫帶落葉果樹栽培學。浙江科學技術出版社。p.306-355。
- 周延清編著。2005。DNA 分子標誌技術在植物研究中的應用。化學工業出版社。北京 p.131-146。
- 俞明亮、馬瑞娟、許建蘭、沈志軍、章鎮。2004。桃種間親緣關係的 SSR 鑑定。果樹學報。21(2):106-112。
- 曾夢蛟、王昭月。1995。分子層次的種原鑑定。作物種原保育技術研習會專刊。台灣省農業試驗所編印。p.157-163。
- 曾湘琇。2005。利用 RAPD 與 ISSR 分子標誌評估楊桃品種間之遺傳歧異度。國立中興大學園藝系碩士論文。
- 張青林、羅正榮。2004。ISSR 及其在果樹上的應用。果樹學報。21(1): 54-58。
- 溫英杰。1995。台灣農家要覽農作篇(二)落葉果樹-桃。豐年社。p.164-168。
- 溫英杰、許財誠。2003。利用 RAPD 技術分析桃種原親緣關係。中華農業研究。52: 144-152。
- 董玉琛、劉旭主編。2006。中國作物及其野生近緣植/果樹卷。中國農業出版社。p.162-175。
- 劉華、賈繼增。1997。指紋圖譜在作物品種鑑定中的應用。作物品種資源。2: 45-48。

- 行政院農業委員會。2006。農業統計年報。行政院農業委員會。台灣台北。
(<http://www.coa.gov.tw/>)
- Akkaya, M. S., A. A. Bhagwat and P. B. Cregan. 1992. Length polymorphisms of simple sequence repeat DNA in soybean. *Genetics* 132: 1131-1139.
- Baird, V., L. Belthoff, R. Ballard, R. Scorza, A. Callahan, R. Monet and A. Abbott. 1992. Analysis of the nuclear genome, and construction of a genetic map for peach (*Prunus persica* (L.) Batsch). *Hortscience* 27(6): 92.
- Blair M. W., O. Panaud and S. R. McCouch. 1999. Inter-simple sequence repeat (ISSR) amplification for analysis of microsatellite motif frequency and fingerprinting in rice (*Oryza sativa* L.). *Theor. Appl. Genet.* 98: 780-792
- Cheng, H.Y., W.C. Yang and J.Y. Hsiao. 2001. Genetic diversity and relationship among peach cultivars based on Random Amplified Microsatellite Polymorphism (RAMP) . *Bot. Bull. Acad. Sin.* 42: 201-206.
- Cipriani, G., G. Lot, W. G. Huang, M. T. Marrazzo, E. Peterlunger and R. Testolin. 1999. AC/GT and AG/CT microsatellite repeats in peach [*Prunus persica* (L) Batsch] : Isolation, characterization and cross-species amplification in *Prunus*. *Theor. Appl. Genet.* 99: 65-72.
- Cipriani, G., R. D. Bella and R. Testolin. 1996. Screening RAPD primers for molecular taxonomy and cultivar fingerprinting in the genus *Actinidia*. *Euphytica* 90: 169-174.
- Demeke, T., D. R. Lynch, L. M. Kawchuk, G. C. Kozub and J. D. Armstrong. 1996. Genetic diversity of potato determined by random amplified polymorphic DNA analysis. *Plant Cell Rep.* 15: 662-667.
- Dettoni, M. T., R. Quarta and I. Verde. 2001. A peach linkage map integrating RFLPs, SSRs, RAPDs, and morphological markers. *Genome* 44: 783-790.
- Dirlewanger, E., T. Pascal, C. Zuger and J. Kervella . 1996. Analysis of molecular markers associated with powdery mildew resistance genes in peach (*Prunus persica* (L.) Batsch) x *Prunus davidiana* hybrids. *Theor. Appl. Genet.* 93: 909-919.
- Dirlewanger, E., P. Cosson, W. Howad, G. Capdeville, N. Bosselut, M. Claverie, R. Voisin, C. Poizat1, B. Lafargue1, O. Baron1, F. Laigret1, M. Kleinhentz1, P. Arús and D. Esmenjaud. 2004. Microsatellite genetic linkage maps of myrobalan plum and an almond-peach hybrid—location of root-knot nematode resistance genes. *Theor. Appl. Genet.* 109: 827-838.
- Kanzaki, S., K. Yonemori and A. Sugiura. 2001. Identification of molecular markers linked to the trait of natural astringency loss of Japanese persimmon (*Diospyros kaki*) fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 126: 51-55.
- Lawson, D. M., M. Hemmat and N. F. Weeden. 1995. The use of molecular markers to analyze

- the inheritance of morphological and developmental traits in apple. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(3): 532-537.
- McGregor, C. E., C. A. Lambert, M. M. Greyling, J. H. Louw and L. Warnich. 2000. A comparative assessment of DNA fingerprinting techniques (RAPD, ISSR, AFLP and SSR) in tetraploid potato (*Solanum tuberosum* L.) germplasm. Euphytica 113: 135-144.
- Pillay, M., E. Ogundiwin, D. C. Nwakanma, G. Ude and A. Tenkouano. 2001. Analysis of genetic diversity and relationships in East African banana germplasm. Theor. Appl. Genet. 102: 965-970.
- Potter D., F.Y. Gao and G. Aiello. 2002. Inter-simple sequence repeat markers for fingerprinting and determining genetic relationships of walnut (*Juglans regia*) cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 127 (1): 75-81.
- Prevost A. and M. J. Wilkinson. 1999. A new system of comparing PCR primers applied to ISSR fingerprinting of potato cultivars. Theor. Appl. Genet. 98: 107-112.
- Quarta, R., M. T. Dettori, I. Verde, P. Laino, S. Sabatini, A. Vantaggi and R. Sciarroni. 1996. Restriction fragment length polymorphism analysis in peach. Acta Hort. 374: 61-69.
- Quarta, R., M. T. Dettori, I. Verde, U. Marchesi and M. A. Palombi. 2001. Characterization and evaluation of genetic diversity in peach germplasm using RAPD and RFLP markers. Acta Hort. 546: 489-496.
- Rajapakse, S., L. E. Belthoff, G. He, A. E. Estager, R. Scorza, I. Verde, R. E. Ballard, W. V. Barid, A. Callahan, R. Monet and A. G. Abbott. 1995. Genetics linkage mapping in peach using morphological, RFLP and RAPD markers. Theor. Appl. Genet. 90: 503-510.
- Ratnaparkhe, M. B., D. K. Santra, A. Tullu and F. J. Muehlbauer. 1998. Inheritance of inter-simple sequence repeat (ISSR) polymorphism and linkage with a fusarium wilt resistance gene in Chickpea. Theor. Appl. Genet. 96: 348-353.
- Ratnaparkhe, M. B., M. Tekeoglu and F. J. Muehlbauer. 1998. Inter-simple sequence repeat (ISSR) polymorphisms are useful for finding markers associated with disease resistance gene clusters. Theor. Appl. Genet. 97: 515-519.
- Scott, M. C., G. Caetano-Anolles and R. N. Trigiano. 1996. DNA amplification fingerprinting identifies closely related Chrysanthemum cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121(6): 1043-1048.
- Shiran, B., N. Amirbakhtiar, S. Kiani, S. Mohammadi, B. E. Sayed-Tabatabaei and H. Moradi. 2007. Molecular characterization and genetic relationship among almond cultivars assessed by RAPD and SSR markers. Sci. Hort. 111: 280-292.
- Wolff, K. and M. Morgan-Richards., 1998. PCR markers distinguish *Plantago* major subspecies. Theor. Appl. Genet. 96: 282-286.

- Yamamoto, T., T. Kimura, Y. Sawamura, K. Kotobuki, Y. Ban, T. Hayashi and N. Matsuta. 2001. SSRs isolated from apple can identify polymorphism and genetic diversity in pear. *Theor .Appl. Genet.* 102: 865-870.
- Yamamoto, T. and T. Hayashi. 2002. New root-knot nematode resistance genes and their STS markers in peach. *Sci. Hort.* 96: 81-90.
- Yamamoto, T., M. Yamaguchi and T. Hayashi. 2005. An integrated genetic linkage map of peach by SSR, STS, AFLP and RAPD. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 74(3): 204-213.
- Zietkiewicz, E., A. Rafalski and D. Labuda. 1994. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)-anchored polymerase chain reaction amplication. *Genome.* 20: 176-183.

Inter-Simple Sequence Repeat Fingerprinting for Peach Cultivars (*Prunus persica* (L.) Batsch)

Ching-Yi Chang¹⁾ Ien-Chie Wen²⁾ Cheng-Chu Nee³⁾

Key words: Peach, *Prunus*, ISSR, Fingerprinting

Summary

Peach(*Prunus persica*(L.)Batsch) is a common deciduous fruit tree. It is the fourth largest fruit trees in the world. It is also an important economic plants in Taiwan. Therefore besides morphological characteristics, it is desirable to find other markers which can be obtained easily and used in breeding and in estimating relationships among cultivars. In recent years, DNA molecular markers have been widely used in the interspecific, intraspecific, interpopulational and intrapopulational studies. ISSR molecular marker has many advantages, including easily, stable, and polymorphism, and is often utilized in genetic diversity analysis, DNA fingerprinting, and genetic mapping. In this study, twenty-six peach cultivars(lines) including 21 hybrids(breded by Agricultural Research Institute)were assessed by ISSR marker for fingerprint and assessment of their genetic relationship. The 26 peach cultivars(lines)could be distinguished from each other with just one primer. Twenty-one ISSR primers generated 170 fragments, 93 were polymorphic bands(polymorphism 54.71 %). Two specific fragment, UBC-881(720bp)and UBC-889(700bp), were find in the peach line '5-9'. It is suggested that ISSR marker is a reliable tool for the fingerprinting and assessment of the genetic relationship of peach cultivars(lines).

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

2) Associate Researcher, Taiwan Agricultural Research Institute, , COA, Taiwan, ROC.

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

嫁接絲瓜與南瓜砧木對'碧華'與'粉青'苦瓜 維管束癒合與植株生長之研究

施 驊 倫¹⁾ 宋 妤²⁾

關鍵字：苦瓜、南瓜、絲瓜、嫁接、水份潛勢、植株生長

摘要：為瞭解苦瓜嫁接絲瓜或南瓜砧木的癒合情形及對嫁接植株生長勢與地上部水分吸收的影響進行本實驗。利用葉片水份潛勢與氣孔導度比較苦瓜嫁接苗初期維管束癒合情形，顯示'碧華'與'粉青'苦瓜嫁接絲瓜砧的癒合速度較南瓜砧快。由嫁接苗維管束染色結果得知，南瓜砧木下胚軸的維管束與接穗相連結的數目少於絲瓜砧木。苦瓜嫁接苗於溫室生長第一和第二週時，地上部的營養生長較未嫁接者差，第五週時嫁接與未嫁接者的地上部生長勢無顯著差異，地下部鮮乾重以嫁接南瓜砧者最低。

前 言

苦瓜(*Momordica charantia* L.)為葫蘆科(Cucurbitaceae)、苦瓜屬(*Momordica*)之園藝作物，別名錦荔枝、癩葡萄、涼瓜等，英名為balasam pear、bitter melon、bitter gourd等。苦瓜原產於亞洲熱帶地區(東印度)，印度、日本、東南亞栽培歷史悠久。台灣一年四季均可生產，主要栽培區為苗栗卓蘭、台中大甲及新社、雲林崙背、彰化二水，台南柳營、屏東萬丹及里港、花蓮壽豐等地。苦瓜為一年生蔓性草本，植株喜光不耐蔭，性喜溫暖，耐熱性強，但不耐寒，低溫時生長勢弱，莖葉細弱，不耐風雨，根部不耐淹水，栽培於多雨的夏季，易因土壤過濕致使根部腐爛，引起植株凋萎枯死(郝，1977)。

苦瓜、絲瓜和南瓜同屬葫蘆科作物，親和性強，嫁接成活率高，可使苦瓜連作栽培，適應環境能力強，延長生長期，提高產量。本試驗目的在比較絲瓜與南瓜砧木對兩品種苦瓜接穗嫁接後，幼苗初期生長情形，利用葉片水份潛勢、氣孔導度與維管束染色結果及植株生長分析植株嫁接後的癒合情形及其親和力表現。

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

材 料 與 方 法

一、試驗材料

(一) 砧木

砧木使用屏東地方種之圓筒型絲瓜和木瓜型南瓜(明富種苗公司)。將圓筒型絲瓜種子夾破種皮，木瓜型南瓜種子以 55℃ 溫湯浸種 10 分鐘後，於室溫下以自來水浸種 12 小時，裝入底部有濕濾紙之密閉塑膠容器中，置於 30℃ 生長箱中催芽。發芽種子播於盛有泥炭土：珍珠石：蛭石=8：1：1 比例混合調配之 35 格穴盤中育苗。

(二) 接穗

將'粉青'苦瓜(明豐種苗公司)和'碧華'苦瓜種子(農友種苗公司)以 60℃ 水浸泡 10 分鐘後取出，在室溫以自來水浸種 24 小時後，裝入底部有濕濾紙之密閉塑膠容器中，置於 30℃ 生長箱中催芽。發芽種子播於盛有泥炭土：珍珠石：蛭石=8：1：1 比例混合調配之 72 格穴盤中育苗。

(三) 嫁接方法

採用砧木下胚軸頂劈接，接穗於其子葉合掌而第一片真葉未展開時，以火燄消毒過的刀片切斷靠近地際部的下胚軸處，再將胚軸兩邊對切成楔形，長約 0.5~1.0 cm。砧木待其長出 1~2 片真葉時，除去子葉上生長點及真葉，僅留兩片子葉，再縱切兩片子葉中間的胚軸，深約 0.5~1.0cm。將接穗插入砧木切口處，以嫁接夾固定即完成嫁接。

二、嫁接植株癒合情形

(一) 試驗地點：中興大學園藝學系溫室。

(二) 嫁接植株癒合處理：試驗時間為 95 年 4 月至 5 月，嫁接植株置於溫室內的遮光塑膠棚癒合 7 天，溫室日夜溫平均為 28 / 24℃，每日早晨澆完水後打開塑膠棚照光，待葉片上的水份蒸發後再覆蓋塑膠棚。每處理三重複，每重複兩株。

(三) 調查項目：

1. 葉片水分潛勢：於中午 12 時，以打孔器取子葉上第一節葉片之葉圓片，直徑為 6 mm，放入密閉之樣品艙中(Wescor C-52 sample chamber)靜置於室溫下 90 分鐘後，以露點微電壓計(DewPoint Microvoltmeter, Wescor HR-33T)測定露點之微電壓及樣品室內溫度。電壓計所測得之電壓值須經下列程式校正。

$$\text{Correct V} = \text{V reading} / (0.325 + 0.027T) \quad T: \text{樣品室溫度}(^{\circ}\text{C})$$

另外以 NaCl 配製不同濃度標準液(0、10、50、250、500 mM)，作出微電壓與水份潛勢之標準曲線圖，每點為三重複之平均值，用於實驗數值比對計算(Slavik 1974)。

2. 葉片氣孔導度：於上午 11 時，以 PMR-4 氣孔導度儀測接穗完全展開葉片之氣孔導度。
3. 接穗與砧木維管束染色比例：將嫁接苗根部洗淨後，剪去 2/3 根長，浸入 0.1% Safranin O 染液中，並將植株照光 4 小時後，橫切嫁接部位上、下各 1 cm 之處觀察，接穗橫切面染色的維管束數目除以接穗橫切面的維管束總數目，為接穗維管束染色比例，砧木

維管束染色比例的計算方式與接穗相同。

三、嫁接苗生長調查

(一) 試驗地點：中興大學園藝學系溫室。

(二) 嫁接苗生長：'碧華'和'粉青'苦瓜對照組於 95 年 5 月 11 日播種；苦瓜接穗於 5 月 13 日播種、17 日嫁接。為避免根系受盆子大小限制，試驗材料於 95 年 5 月 28 日分別定植於 M(直徑 16 公分；高 17 公分)和 L(直徑 18 公分；高 19 公分)塑膠盆中，內裝泥炭土：珍珠石：蛭石=8：1：1 比例混合調配，植株留主蔓做單蔓整枝。每週施用兩次一千倍之 Peters(N：P：K=20：20：20)水溶液。

(三) 調查項目：苦瓜植株於嫁接兩週時進行第一次生育調查，每週調查一次，第二、三週調查 M 盆，第四、五週調查 L 盆，每處理三重複，每重複兩株。分別調查下列項目：

1. 株高：自嫁接癒合部位到接穗生長點之垂直高度。
2. 接穗鮮乾重：將接穗自癒合部位切離，秤取重量(g)為鮮重。將接穗以牛皮紙袋裝盛，置於 70℃ 之烘箱 48 小時後秤重(g)為乾重。
3. 根部鮮乾重：洗淨根系並以紙巾拭乾表面水分，秤取重量(g)為鮮重。將根部以牛皮紙袋裝盛，置於 70℃ 之烘箱 48 小時後秤重(g)為乾重。
4. 葉片數：調查植株所有的本葉數數目。
5. 葉面積：以 LI-COR 3000A(Lincoln, Neb.)葉面積測定儀測量接穗葉片面積，單位為 cm²。
6. 接穗和砧木莖直徑：以游標尺分別測量接穗子葉上方 1 公分和砧木子葉下方 1 公分之莖寬。

四、統計分析：

數據統計採用完全隨機設計，調查所得數據以 SAS 套裝軟體(SAS. Institue, Cary NC)中 ANOVA(Analysis of Variance)進行變方分析(analysis of variance)($\alpha=0.05$)，以 Fisher's LSD 進行試驗間各處理平均值的比較。

結 果

一、嫁接苗於維管束癒合期間植株葉片氣孔導度與水份潛勢變化

'碧華'苦瓜嫁接苗葉片氣孔導度結果如圖 1A，未嫁接者的葉片氣孔導度於嫁接後第 3、6 天時顯著高於嫁接二砧木者，嫁接南瓜砧者葉片氣孔導度於嫁接後第 3 天與嫁接絲瓜砧者無顯著差異，嫁接後第 6 天以絲瓜砧者顯著高於南瓜砧者，第 9 天時三者葉片氣孔導度無顯著差異，第 12 天時二砧木無顯著差異，未嫁接者顯著為最高，第 15 天時以嫁接絲瓜砧者葉片氣孔導度顯著為最高，南瓜砧與未嫁接者無顯著差異。'碧華'苦瓜嫁接苗葉片水份潛勢方面(圖 1 A)，嫁接後第 3 天以未嫁接者葉片水份潛勢顯著最高，嫁接絲瓜砧者次之，以南瓜砧者顯著最低，第 6 天時嫁接絲瓜砧與未嫁接者無顯著差異，以南瓜砧者顯著最低，第 9 天時以未嫁接者顯著最高，嫁接二砧木者無顯著差異，第 12、15 天時三

者葉片水份潛勢無顯著差異。

'粉青'苦瓜嫁接苗葉片氣孔導度結果如圖 1B，未嫁接者的葉片氣孔導度於嫁接後第 3、6 天時顯著高於嫁接二砧木者，嫁接絲瓜砧者葉片氣孔導度於嫁接後第 3 天顯著高於南瓜砧者，嫁接後第 6 天時二砧木無顯著差異，嫁接後第 9、12、15 天，三者葉片氣孔導度無顯著差異。'粉青'苦瓜嫁接苗葉片水份潛勢方面(圖 1 B)，嫁接後第 3 天以未嫁接者葉片水份潛勢顯著最高、嫁接絲瓜砧者次之，以南瓜砧者最低，嫁接後第 6、9 天時以未嫁接者最高、嫁接絲瓜砧者次之，以南瓜砧者顯著最低，第 12 天時以未嫁接者葉片水份潛勢顯著最高，嫁接二砧木者無顯著差異，第 15 天時三者葉片水份潛勢無顯著差異。

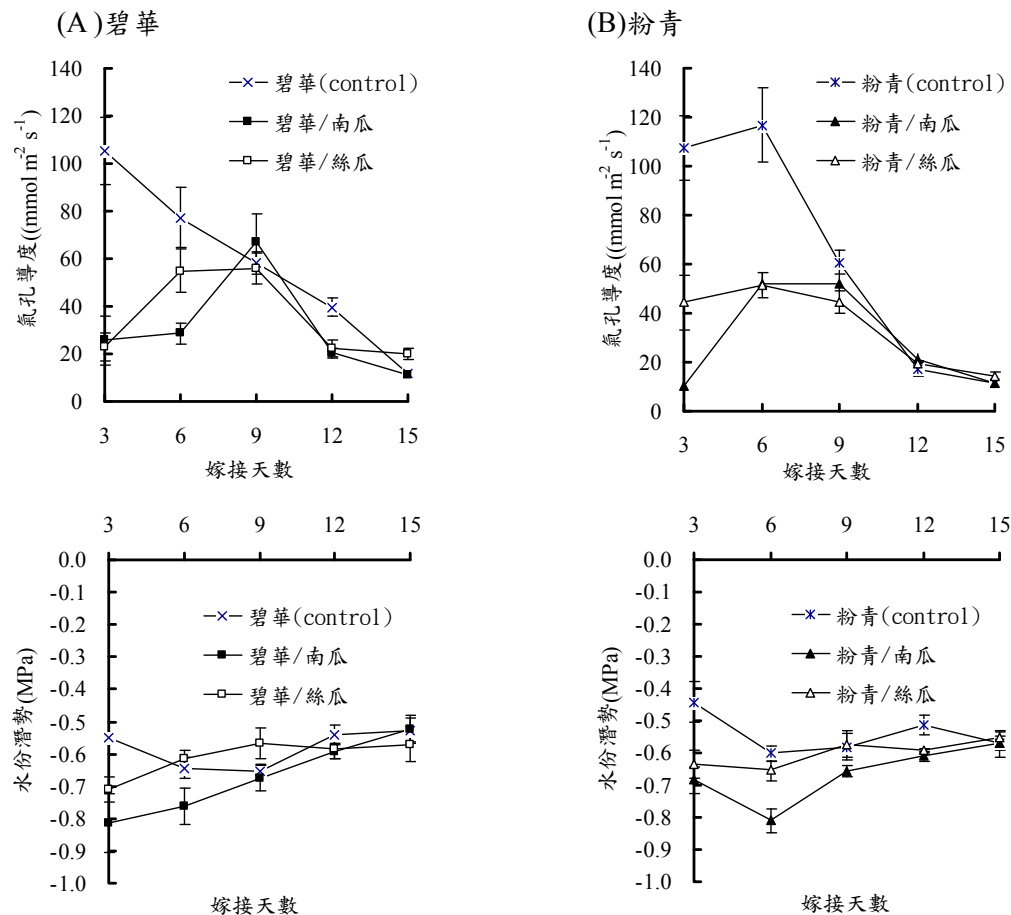


圖 1. '碧華'與'粉青'苦瓜嫁接絲瓜與南瓜根砧 15 天內的葉片氣孔導度與水份潛勢情形

Fig. 1. Leaf stomatal conductance and water potential of 'Bi Hua' and 'Fen Ching' bitter gourds grafted onto luffa or pumpkin rootstocks during fifteen days. Vertical bars represent $\pm$ SE (N=6)

二、嫁接苗於維管束癒合期間接穗與砧木維管束染色情形

苦瓜苗於子葉上第一節胚軸中維管束的數目為 8 束，絲瓜與南瓜下胚軸中維管束分別為 6、8 束，待嫁接苗根部吸收染液 4 小時後，分別調查接穗與砧木此部位之維管束染色數目，計算被染色的維管束數目佔總維管束數目的百分比，作為維管束的染色數目比例。

'碧華'苦瓜嫁接苗砧木維管束染色情形結果如圖 2A，植株嫁接後第 3 至 15 天內以絲瓜砧木的維管束染色比例高於南瓜砧木，二者於嫁接後第 6、12 天有顯著差異，絲瓜砧木的維管束染色比例於嫁接後 15 天內維持於 40%~60%之間，南瓜砧木維持於 19%~29%之間。'碧華'苦瓜嫁接苗接穗維管束染色情形方面(圖 2A)，植株嫁接後第 3 至 15 天內以嫁接絲瓜砧者的接穗維管束染色比例高於嫁接南瓜砧者，嫁接絲瓜砧者的接穗維管束染色比例，於嫁接後第 3、12、15 天時分別為 33%、81%、92%，嫁接南瓜砧者分別為 10%、21%、57%，顯著低於嫁接絲瓜砧者。

'粉青'苦瓜嫁接苗砧木維管束染色情形結果如圖 2B，植株嫁接後第 3 至 15 天內以絲瓜砧木的維管束染色比例顯著高於南瓜砧木，絲瓜砧木的維管束染色比例於嫁接後 15 天內維持於 45%~64%之間，南瓜砧木維持於 21%~40%之間。'粉青'苦瓜嫁接苗接穗維管束染色情形方面(圖 2B)，嫁接絲瓜砧者的接穗維管束染色比例，於嫁接後第 3、6 天時分別為 40%、33%，嫁接南瓜砧者分別為 0%、14%，顯著低於嫁接絲瓜砧者，嫁接後第 9、12 天時，嫁接二砧木者的接穗維管束染色比例無顯著差異，嫁接絲瓜砧者從 50%上升至 66%，嫁接南瓜砧者從 42%上升至 71%，第 15 天時，嫁接絲瓜砧者的接穗維管束染色比例為 90%，嫁接南瓜砧者為 76%，顯著低於嫁接絲瓜砧者。

三、嫁接絲瓜及南瓜砧對'碧華'與'粉青'苦瓜植株生長的影響

'碧華'與'粉青'苦瓜分別嫁接於絲瓜及南瓜砧 17 天後，調察植株於網室生長性狀如圖 3。'碧華'嫁接苦瓜方面，第一、二週嫁接植株的株高、葉片數與葉面積均較未嫁接者小，第三週後三者的株高、葉片數與葉面積則無明顯差異。'粉青'苦瓜方面，第四週前嫁接植株的株高與葉片數均較未嫁接組小，第五週後三者的株高與葉片數無明顯差異。第一、二週嫁接植株的葉面積較未嫁接組小，第三週後三者的葉面積無明顯差異。

'碧華'未嫁接植株的穗/砧莖徑比值維持於 1.0 左右，嫁接二砧木者彼此間無顯著差異，第二週約為 0.7，第三週為 0.8，第四週嫁接南瓜砧者為 0.9；嫁接絲瓜砧者為 0.8，二者無顯著差異。'粉青'未嫁接植株的穗/砧莖徑比值從第一至第五週維持於 1.0 左右，第三週時嫁接絲瓜砧者的穗/砧莖徑比值為 0.7、南瓜砧者為 0.6；第四週時嫁接絲瓜砧者為 0.9、南瓜砧者為 0.8，二砧木間無顯著差異，二嫁接者於第一、二、三週時的穗/砧莖徑比值顯著低於未嫁接者，第四週後三者無顯著差異。

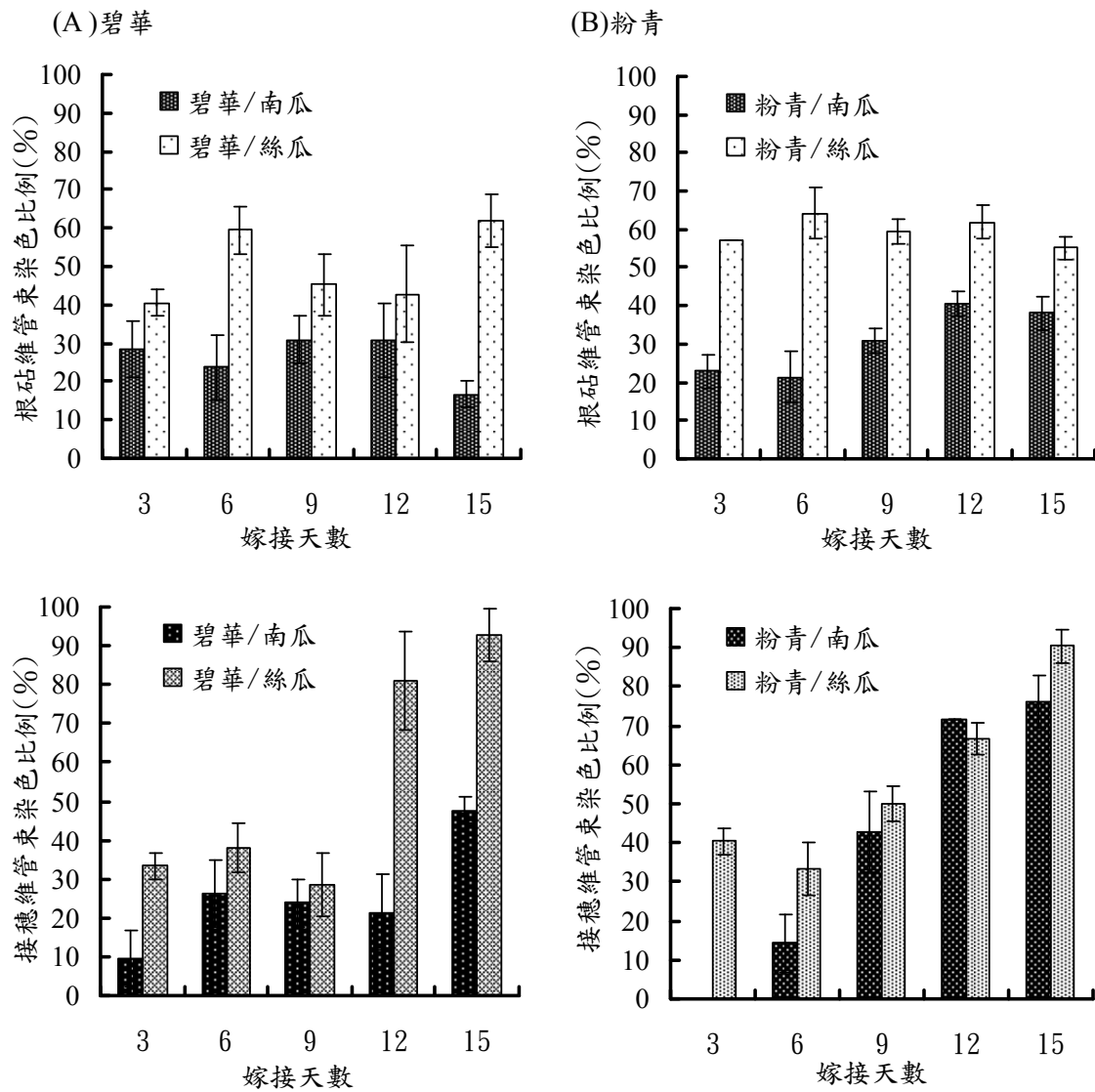
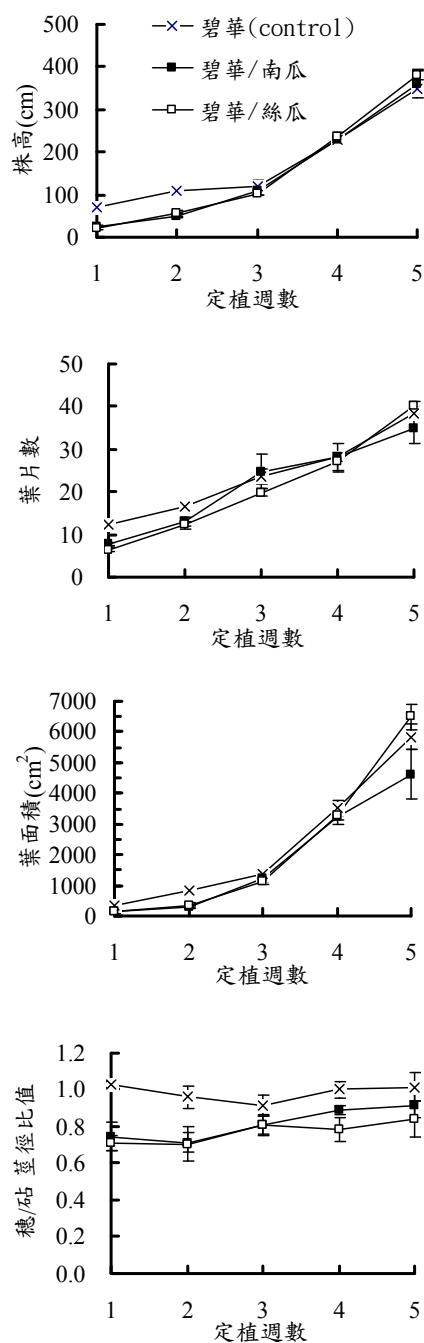


圖 2. '碧華'與'粉青'苦瓜嫁接絲瓜與南瓜根砧 15 天內的根砧與接穗維管束染色數目比例
 Fig. 2. Percentage of stained and total vascular bundles of scion and rootstock of 'Bi Hua' and 'Fen Ching' bitter gourds grafted onto luffa or pumpkin rootstocks during fifteen days. Vertical bars represent $\pm$ SE (N=6)

(A) 碧華



(B) 粉青

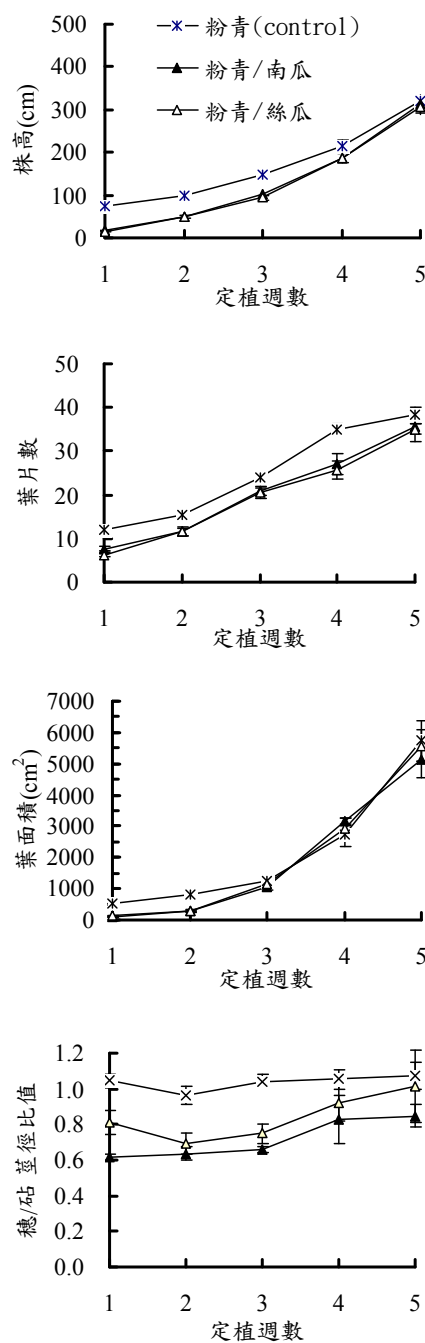


圖 3. 苦瓜嫁接苗於網室生長之株高、葉片數、葉面積和穗/砧莖徑比

Fig. 3. Plant growth parameters of non-grafted and grafted bitter melon during five weeks after grown under green house conditions. Vertical bars represent $\pm$ SE (N=6)

嫁接植株重量變化如圖 4，'碧華'與'粉青'苦瓜嫁接植株於第一、二週時的地上部鮮乾重以未嫁接植株較嫁接者為高，二砧木彼此間無顯著差異。第三週至第五週後，嫁接者與未嫁接植株的地上部鮮重約從 40 g 上升至 170 g 以上，乾重從 5 g 上升至 24 g 以上，三者無顯著差異。

根部鮮乾重方面(圖 5)，第一至四週時，'碧華'與'粉青'苦瓜嫁接絲瓜與南瓜砧者的根部生長較緩慢，其根部鮮乾重顯著低於未嫁接者，第一週時未嫁接者的根鮮乾重分別約為 2.0 g、0.1 g，二嫁接者的根鮮重約為 1.0 g，乾重約為 0.06 g 左右；第四週時未嫁接者根鮮乾重分別約為 10g、1g，二嫁接者根鮮乾重分別約為 3 g、0.3 g，二砧木的根部鮮乾重無顯著差異。第四週後二品種苦瓜嫁接絲瓜砧者的根部生長速率較未嫁接與嫁接南瓜砧者高，第五週時'碧華'與'粉青'苦瓜嫁接絲瓜砧者根部的鮮乾重顯著最重(約 16 g 和 2 g)，未嫁接者次之(約 10 g 和 1 g)，嫁接南瓜砧者最少(約 5 g 和 0.9 g)。

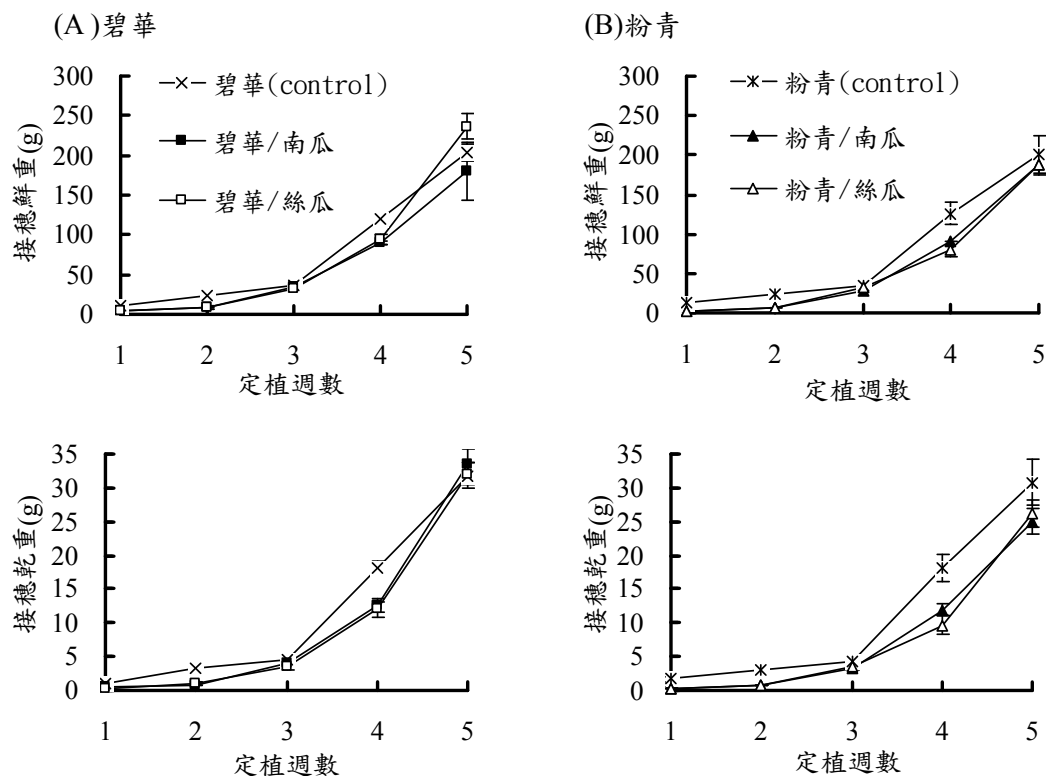


圖 4. 苦瓜嫁接苗於網室栽培下接穗鮮乾重之情形

Fig. 4. Plant fresh and dry weight of scion of non-grafted and grafted bitter gourd during five weeks after grown under green house conditions. Vertical bars represent $\pm$ SE (N=6)

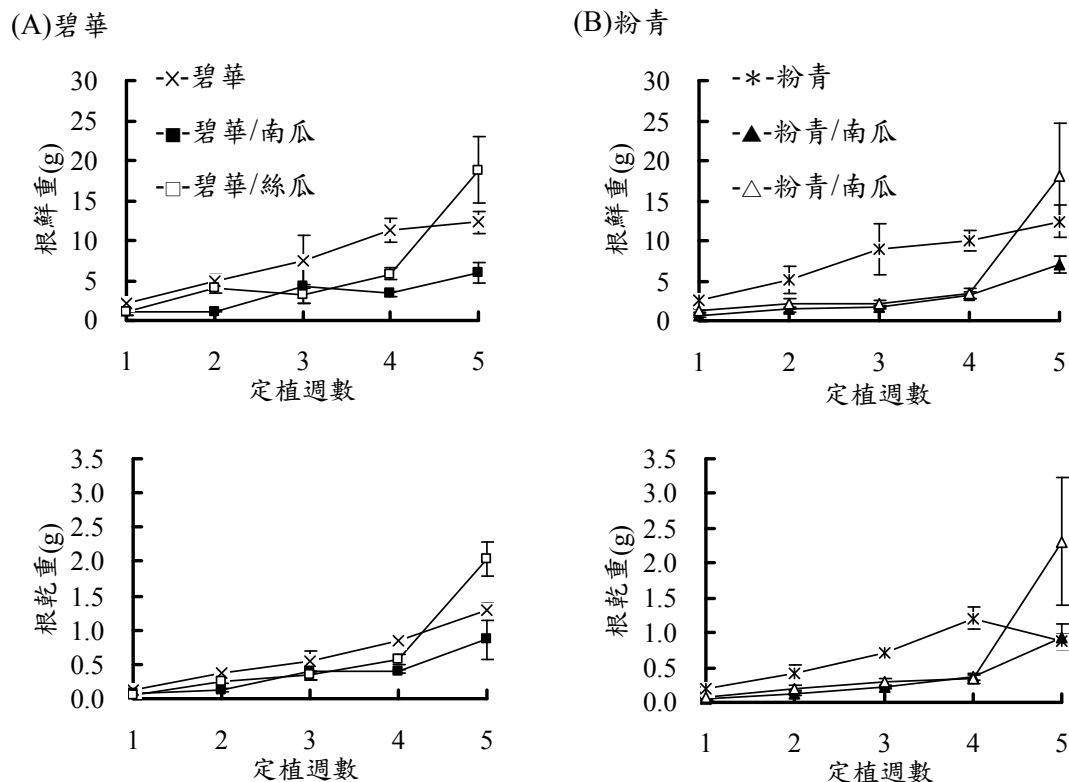
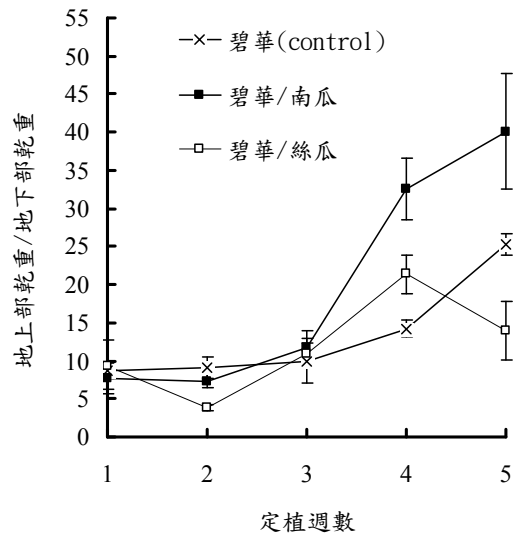


圖 5. 苦瓜嫁接苗於網室栽培下根鮮乾重之情形

Fig. 5. Plant fresh and dry weight of root of non-grafted and grafted bitter melon during five weeks after grown under green house conditions. Vertical bars represent $\pm$ SE (N=6)

嫁接植株地上部與地下部的乾重比如圖 6, '碧華'苦瓜嫁接植株於第一、二、三週時, 嫁接者與未嫁接者的地上/地下乾重比維持於 10 左右, 三者無顯著差異; 第四週時嫁接南瓜砧植株的地上/地下乾重比為 32, 顯著最高, 絲瓜砧者為 21, 未嫁接者最小, 值為 14; 第五週時因為絲瓜砧根部生長快速, 其地下部乾物重較高, 因此植株地上/地下乾重比以嫁接絲瓜砧植株顯著為最小, 為 14, 未嫁接者為 25, 南瓜砧者為 40, 顯著最高。'粉青'苦瓜嫁接植株方面, 第一和二週時, 嫁接與未嫁接者的地上/地下乾重比維持於 5~10 之間, 三者無顯著差異; 第三和四週時嫁接絲瓜砧與南瓜砧者間無顯著差異, 二者於第三週約為 14, 第四週約為 30, 未嫁接者顯著較嫁接二砧木者為低, 其於第三週為 6, 第四週為 20; 第五週時嫁接南瓜砧植株的地上/地下乾重比值最高, 為 29, 未嫁接者次之, 以絲瓜砧者為 18, 三者無顯著差異。

(A) 碧華



(B) 粉青

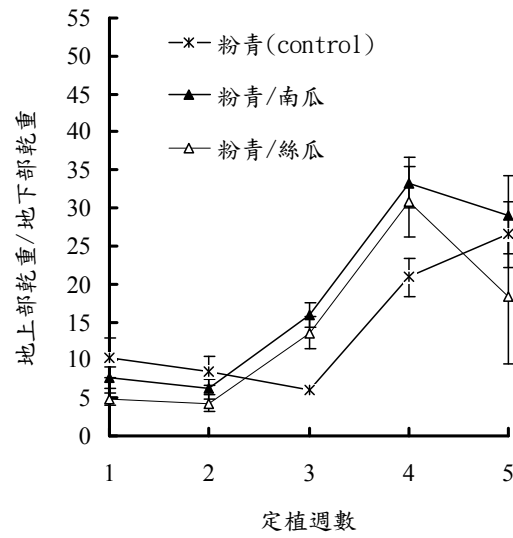


圖 6. 苦瓜嫁接苗於網室栽培下後每週之地上部/地下部乾重比

Fig. 6. The scion/root ratio of dry weight of the non-grafted and grafted bitter melon during five weeks after grown under green house conditions. Vertical bars represent $\pm$ SE (N=6)

討 論

'碧華'與'粉青'苦瓜嫁接絲瓜砧植株於嫁接後九天內的葉片水份潛勢皆較嫁接南瓜砧植株高(圖 1)，表示嫁接絲瓜砧植株的維管束癒合較好，因此由砧木透過維管束輸往葉片的水分較多。嫁接植株葉片氣孔導度的調查結果可得知'碧華'與'粉青'苦瓜嫁接絲瓜、南瓜砧後第九天，嫁接者與未嫁接者葉片氣孔導度無顯著差異，表示嫁接後第九天嫁接苗的維管束完全癒合，'碧華'與'粉青'苦瓜嫁接絲瓜砧者的癒合情形較嫁接南瓜砧植株快。嫁接後第六天時，二砧木的苦瓜葉片氣孔導度無顯著差異，但仍顯著較未嫁接者低，表示此時嫁接者的維管束未完全癒合。

由嫁接植株維管束染色觀察結果顯示(圖 2)，嫁接南瓜砧植株的砧木維管束染色比例皆小於嫁接絲瓜砧植株，代表南瓜砧木與接穗癒合並且具有輸送能力的維管束數目較絲瓜砧木少，尤其以'粉青'苦瓜最為明顯，'粉青'苦瓜嫁接南瓜砧植株癒合 15 天內的砧木維管束染色比例顯著小於嫁接絲瓜砧植株，然而其嫁接南瓜砧者的接穗維管束染色比例與嫁接絲瓜砧者無顯著差異，此可能與南瓜砧下胚軸容易產生空心有關，南瓜砧下胚軸為空心圓柱體結構，於兩片子葉中間縱切時，與縱切面對 90 度之維管束仍可保持完整，因此嫁接時南瓜砧此部位的維管束不能與接穗癒合。由接穗維管束染色情形可看出嫁接絲瓜砧植株於嫁接後三天的癒合情形較嫁接南瓜砧植株佳，三天後'碧華'苦瓜以嫁接絲瓜砧植株的癒合情形較好，'粉青'苦瓜嫁接二砧木者則無差異，統合葉片水份潛勢、接穗維管束染色的結果可判定二品種苦瓜嫁接絲瓜砧植株的維管束癒合情形較嫁接南瓜砧植株佳。

'碧華'與'粉青'苦瓜嫁接 17 天後，於網室種植一個月之生長情形顯示(圖 3、4、5、6)，'碧華'與'粉青'苦瓜在嫁接後第一和第二週時，嫁接者的株高、葉片數、葉面積與地上部鮮乾重均顯著小於未嫁接者，第五週時'碧華'與'粉青'苦瓜嫁接者與未嫁接者地上部的生長勢無顯著差異，顯示嫁接植株於維管束癒合完全後，地上部及地下部水份及養分的輸導已正常，故根系影響地上部的生長速率較未嫁接者為高。本研究中，雖然南瓜砧木根部的鮮乾重於第五週時顯著低於絲瓜砧木，但對於地上部'碧華'與'粉青'苦瓜接穗的營養生長無顯著影響，可能是由於絲瓜砧與南瓜砧木不同的根部型態所導致，絲瓜根部雖較長但根徑較粗，南瓜砧根長較短卻細如髮絲，二者對於養份與水份的吸收各有不同，不能單從根部鮮乾重來判斷其利弊，還必須考慮根部的型態如根徑、根長和根毛數都會影響根對養份的吸收效率(Gutschick, 1993)。Zijlstra *et al.* (1994)以胡瓜接穗嫁接 20 種胡瓜砧木，發現地上部株高、葉片數與葉面積的生長速率受到其所嫁接砧木之基因型與根部生長所影響，根部的型態如短而粗者會導致地上部接穗的生長變慢，甚至果實產量也較低。

參 考 文 獻

- 郝宗雄。1977。苦瓜。瓜類栽培。豐年出版社。p.129-135。
- Gutschick, V. P. 1993. Nutrition limited growth rates: roles of nutrient use efficiency and of adaptations to increase uptake rates. *J. Exp. Bot.* 44: 41- 52.
- Zijlstra. S., S. P. C. Groot, and J. Jansen. 1994. Genotypic variation of rootstocks for growth and production in cucumber : possibilities for improving the root system by plant breeding. *Hort. Sci.* 56: 185- 196.

Studies on the Growth and Vascular Bundle Connection of 'Luxuriance' and 'Fen Ching' Bitter Melons (*Momordica charantia* L.) Grafted onto Pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) or Luffa (*Luffa cylindrica* (L.) Rome.)

Huau-Lun Shi ¹⁾ Yu Sung ²⁾

Key words: Bitter gourd, Pumpkin, Luffa, Graft, Water potential, Plant growth

Summary

The objective of this research was to understand the vascular bundle connected condition, vegetative growth and water absorbability of bitter gourd grafted onto pumpkin or luffa. Leaf water potential, and stomata conductance of the grafted plants were studied to understand the vascular bundle connected condition. The days needed for adhesion of vascular bundle grafted onto luffa was less than that of pumpkin stocks. The number of vascular bundles of pumpkin at the hypocotyl contacted to scion was less than that of luffa through plants immersed safranin O solution. The shoot growth after grafted for 17-days was slow during one to two weeks under greenhouse. The shoot growth was not significantly different compared to grafted and un-grafted plants. The root fresh and dry weight of grafted plants onto pumpkin stocks were low compared to grafted on to luffa.

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

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

百香果自交不親和性與柱頭及花柱蛋白質合成之研究

卓俊銘¹⁾ 許圳塗²⁾ 曾夢蛟³⁾

關鍵字：百香果、自交不親和性、柱頭、花柱

摘要：百香果具自交不親和性，屬孢子體遺傳系統，其認定作用發生位置為花粉與柱頭絨毛交互作用。本試驗探討百香果柱頭和花柱蛋白質合成之變化關係。經由二次元電泳分析，柱頭和花柱組織之新合成蛋白質，約 350 個左右，其中 33 個有差異的蛋白質區分為六類。其中第三類分子量 Mr 53Kd(3)，55Kd(4)，55Kd(5)，36Kd(11)，30Kd(14)，30Kd(15)，28Kd(16)和 13Kd(32)等八個蛋白質，在較不親和性品系(52，88，37) 隨柱頭成熟期增加而新合成，但在較具親和性品系上則偵測不到。此種現象和薑薑屬作物 S 醣蛋白形成的時期及部位類似，其中有些蛋白質的分子量很接近某些 S 醣蛋白的分子量 (51~53Kd，57Kd)。第四類分子量 Mr 83Kd(2)，40Kd(9)和 21Kd(25)等三個蛋白質，在品系 52、88 及 37 隨柱頭成熟期增加而消失，但在品系 97 則可偵測到，此類蛋白質可能代表促進或維持花粉管正常生長所不可缺失的蛋白質，推測這二類蛋白質均有可能與百香果自交不親和性有關。

前 言

百香果(Passion fruits)又名西番果或時計果，為西番蓮科(Passifloraceae)，西番蓮屬(Passiflor)之多年生蔓性果樹。其中約 50~60 種可供食用，有商業化栽培者僅限於紫百香果(*Passiflora edulis* Sims)和黃百香果(*P. edulis* f. *flavicarpa* Degener)兩種及其雜交品種(Martin *et al.*, 1970；張和鄭, 1988)。台灣百香果栽培之高產量的黃果種具有自交不親和性(許和何, 1985；張, 1974)。在自然情況下須有授粉媒介助其授粉 (Hammer, 1987)或行人工

1) 中州技術學院景觀設計系助理教授。

2) 國立台灣大學園藝學系教授。

3) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

授粉(張, 1974; 張, 1979)否則造成產量不穩定及提高成本。不親和性普遍發生於西番蓮屬, 成為雜交上之障礙(Payan and Martin, 1975)。百香果柱頭呈乾性, 密生絨毛組織為複列式多細胞(multi-seriate), 細胞間隔厚, 表層由分泌物所沈積。花粉與絨毛間之認定作用, 可能受一主要 S 基因座所控制, 由其形態特性及作用型, 可歸為孢子體型自交不親和性(Ho and Shii, 1986)。Hinata 和 Nishio (1978) 證實 *Brassica campestris* 柱頭分析出之蛋白質為 S 等位基因的產物, 或者是和 S 等位基因有很密切的關聯。此柱頭分析出之蛋白質為 S 基因座專一性醣蛋白(S-locus specific glycoprotein)且僅存在於成熟柱頭部位(Nasrallah et al., 1985a)。百香果有關親和性內生蛋白質尚未有報告, 本研究主要為探討雌蕊組織對花粉發芽之影響, 並進行電泳分析, 以探討雌蕊蛋白質之變化及瞭解其與親和性關係。

材料及方法

一、試驗材料：

本試驗所採用的百香果品系, 如表 1 所示。皆栽植於台大農場園藝分場。包括有黃果種 *P. edulis* f. *flavicarpa* Degener (編號: Cy50, H5-34, YE53 及 YR47) 及紫果種 *P. edulis* Sims (編號: P59) 和各種雜交組合代。

表 1. 本試驗所用之百香果品系

Table1. The test line of *Passiflora* used in experiment.

lines	combinations		
97	Cy50	×	P59
37	H5-34	×	
52	H5-34	×	YE53
88	Cy50	×	YR47

二、試驗方法

(一)、樣品製備：

1、硫-35 放射性甲硫胺酸(S^{35} -methionine)標記：

由參試品系採取開花當天、前一天及前二天的雌蕊, 將柱頭及花柱組織分開, 並各切成細小碎片。每處理分別取用 0.1g 柱頭或花柱組織, 放入小培養皿中, 各加 0.5ml 培養緩衝液(0.01M Hepe, 20mM $CaCl_2$, pH 6)及 100 μ Ci 硫-35 甲硫胺酸(S^{35} -methionine, 1444Curies/mmol, Amersham)。置於真空抽氣機(ULVACMDA-015)抽氣 10 分鐘, 之後蓋上培養皿, 以蠟膜封口。於 25°C, 輕微振盪四小時, 樣品以蒸餾水洗滌數次後進行蛋白質萃取。

2、蛋白質樣品萃取：

經放射性標記後之柱頭或花柱樣品置於研鉢中，加入液態氮進行磨碎，再加 250 μ l 萃取緩衝液(50mM Tris-HCl, pH 7.2, 6mM ascorbic acid, 5mM EDTA, 10mM MgCl₂, 1mM CaCl₂, 10mM 2-mercaptoethanol)，經 10,000g (4°C) 離心 20 分鐘，將澄清液經 miracloth 過濾後，加入 5 倍體積之冰冷丙酮含 10mM 2-mercaptoethanol，放置於-20°C 下 3~5 小時，使蛋白質沈澱，經 10000g (4°C)離心 10 分鐘，收集沈澱物，溶於 50~100 μ l O'Farrell lysis buffer [9.5M Urea, 2 % (w/v) NP-40, 2% ampholines (1.6% pH 5~7, 0.4% pH 3~10)]。蛋白質樣品將直接使用於第一次元之等電點膠體電泳，或貯存於-70°C 之下備用。

3、放射性強度之計數(Incorporated radioactivity counting)：

取 5 μ l 蛋白質樣品，點樣於玻璃纖維濾紙(Whatman GF/A glass fiber disc)上，加入 10ml 冰冷之 10% TCA (trichloroacetic acid)靜置冰浴中 10 分鐘，再以 5ml 之 5% TCA 洗滌三次，每次 5 分鐘，最後以 95%酒精 5ml 洗滌三次，每次振盪 5 分鐘。將濾紙烘乾後，加入 10ml 閃爍計數溶液，(0.5% PPO 及 0.025% dimethyl POPOP 於 toluene)。以液體閃爍計數器(Liquid scintillation analyzer, TRI-CARB 1500, PACK ARD)測定其放射活性。

(二)、一次元等電點膠體電泳(First-dimension isoelectric focusing, IEF) (O'Farrell, 1975)：

使用長 12cm, 內徑 2.5mm 之乾淨玻璃管(經重鉻酸鉀酸性洗滌劑浸泡 1 小時，及 20mg KOH/ml 酒精浸泡 20 分鐘，以 95%酒精沖淨後乾燥)，以蠟膜封住玻璃管底部。配製柱狀膠體溶液[9M Urea, 6% acrylamide (17.5 w/w acrylamide : bisacrylamide), 2% v/v ampholines (1.6% v/v pH 5~7, 0.4% v/v pH 3~10, Bio-Rad)]。以 200V 15 min, 300V 30 min, 400V 60min 進行預跑電泳。預跑電泳後，加入等量 TCA 沈澱放射性之樣品蛋白質，以 400V 跑 18 小時，再以 800V 通電 1 小時。取出柱狀膠體，加入 5ml SDS 樣品緩衝液(0.0625 M Tris-HCl pH 6.8, 10% v/v glycerol, 5% v/v 2-mercaptoethanol, 2.3% w/v SDS) 振盪平衡 45 分鐘後，可直接進行第二次元片狀膠體電泳或貯藏於-70°C 中。

(三)、二次元 DSD 片狀膠體電泳(Second dimension-SDS slab gel electrophoresis) (Laemmli, 1970)：

以 Bio-Rad 裝置(protein II, 玻璃片長 140mm×寬 130mm, 厚 0.75mm)，配置 11~15% (w/v)線性 polyacrylamide 梯度的 resolving 膠體[0.375M Tris-HCl, pH 8.8, 0.1% (w/v) SDS] 及長 20mm 3% (w/v) polyacrylamide 的 stacking 膠體。再將一次元的柱狀膠體經 SDS 樣品緩衝液平衡後，置於 stacking 膠體之上，以 1% agrose 接合。以 20mA 每片膠體(固定電流)通電 4~5 小時，直到追蹤染劑完全消失即將膠片取出，進行螢光自動放射顯像。

(四)、螢光顯像(Fluorography)：

將二次元電泳膠片浸在 DMSO (dimethyl sulfoxide)溶液中 30 分鐘，共二次。再置於 20% (w/v) PPO (2,2'-p-phenylene-bis (5- phenyloxazole)) / DMSO 中振盪 3 小時後，以蒸餾水將 PPO 沈澱，每次 10 分鐘，共二次。將膠片置於濕潤的 Whatman 3MM 濾紙上，以 Bio-Rad Model 583 之片狀膠片烘乾器烘乾，以 Kodak X-OMAT XAR 底片與膠片一同置於片匣中，並放在-70°C 之凍箱中使之顯像。樣品之 TCA 沈澱的放射性活性劑量將作為估算

個別膠片之曝光時間。螢光顯像之曝光時間以 10day / 1,000,000 dpm S³⁵ (第一次元樣品之放射性劑量) 為依據。

(五)、蛋白質圖譜(protein pattern)之分析：

不同處理間之蛋白質圖譜之比較，是將其 X 光底片置於日光燈箱(light box)上做比較。不同樣品萃取自不同的植株至少重覆蛋白質電泳分析 2 次。X 光片上多數放射性點的相對位置是恆定的，於不同次樣品中出現不一致性的放射性點(nonreproducible spots)將不做任何考慮，微量、細小的放射性點的改變也不併入估算。處理期間新增加的放射性點只取決於存在與否，而不做量改變的評估。新增加或消失的放射性點不只比較不同生長期或不同部位的樣品，同時也與其他品系做比較。

結 果

百香果參試樣品以 S³⁵-甲硫胺酸標記後，進行可溶性蛋白質二次元電泳之螢光顯像圖譜分析。試驗結果顯示在二次元電泳之顯像圖譜上大約可揭露 300 至 400 個點，不同品系間柱頭與花柱或不同成熟期其基本圖譜均很類似，然而隨花成熟期的增加，可偵測到一些蛋白質的消長，比對這些蛋白質合成的消長，是比較同一品系的柱頭或花柱之某一特定蛋白質隨不同生長期間，隨之消失或新合成，同時也調查此蛋白質在別的品系變化的情形。在螢光顯像圖譜上存在此種獨特的蛋白質標以□符號，並給予一編號；在其它處理，未出現此蛋白質之螢光圖譜的相對位置標以○符號以茲比較。

一、不同成熟期之百香果品系 52 柱頭及花柱活體內蛋白質合成的變化。

編號 52 的黃色百香果品系之不同成熟期的柱頭及花柱經 4 小時 S³⁵-甲硫胺酸標定後，其蛋白質合成的螢光顯像圖譜如圖 1 所示。

本品系花蕾發育期中變化的蛋白質，其中 Mr 83Kd(1)在開花當天才新合成，另外 Mr 53Kd(3)、55Kd(4)、55Kd(5)、30Kd(14)、30Kd(15)、28Kd(16)、23Kd(21)、19Kd(28)及 13Kd(32)等 9 個蛋白質則在開花前一天被誘導合成，隨著柱頭成熟度增加而消失的蛋白質計有 19 個，分別為 Mr 83Kd(2)、46Kd(6)、43Kd(7)、40Kd(9)、37Kd(10)、37Kd(12)、32Kd(13)、25Kd(17)、24Kd(19)、24Kd(20)、21Kd(22)、21Kd(23)、20Kd(24)、21Kd(25)、21Kd(26)、21Kd(27)、14Kd(30)、14Kd(31)及 9Kd(33)，其中 Mr 83Kd(2)及 21Kd(26)兩個蛋白質在開花前一天即不再合成，而其餘的 17 個蛋白質於開花當天不能偵測到其存在 (圖 1A~C，表 2)。

花柱蛋白質隨成熟度增加出現新合成的蛋白質為 Mr 53Kd(3)、55Kd(4)、55Kd(5)、25Kd(18)、23Kd(21)及 15Kd(29)。此六個蛋白質除了 Mr 25Kd(18)，到開花當天才合成外，其餘五個蛋白質於開花前一天即可偵測到其存在。隨花柱成熟度增加而消失的蛋白質分別是 Mr 83Kd(2)、46Kd(6)、38Kd(8)、40Kd(9)、37Kd(10)、25Kd(17)、21Kd(26)、21Kd(27)

及 9Kd(33)；其中除了 Mr 9Kd(33)之蛋白質在開花前一天已偵測不到，其餘 8 個蛋白質，到開花當天才不合成。在柱頭隨成熟度而消失，但花柱仍存在之蛋白質有 Mr 43Kd(7)、32Kd(13)、24Kd(19)、21Kd(22)、21Kd(23)、20Kd(24)及 21Kd(25)等七個蛋白質。柱頭獨特的蛋白質（花柱在開花前二天即不再合成，或不存在）計有 Mr 83Kd(1)、37Kd(12)、30Kd(14)、30Kd(15)、28Kd(16)、24Kd(20)、14Kd(30)、14Kd(31)及 13Kd(32)等 9 個蛋白質（圖 1D~F，表 2）。

二、不同成熟期之百香果品系 88 之柱頭及花柱活體內蛋白質合成的變化。

在柱頭部位，隨著成熟期的增加，誘導 13 個新合成的蛋白質，其中 Mr 55Kd(3)、55Kd(4)、55Kd(5)、30Kd(15)、28Kd(16)、25Kd(18)及 13Kd(32)等七個蛋白質在開花前一天即開始被合成，然而 Mr 83Kd(1)、38Kd(8)、36Kd(11)、30Kd(14)、23Kd(21)及 19Kd(28)等六個蛋白質於開花當天被誘導合成。試驗結果同時顯示 18 個蛋白質隨柱頭成熟度增加而消失，其中 Mr 43Kd(7)、21Kd(22)、21Kd(23)、20Kd(24)、14Kd(30)及 14Kd(31)等六個蛋白質在開花前一天即已消失而 Mr 83Kd(2)、46Kd(6)、40Kd(9)、37Kd(10)、37Kd(12)、37Kd(13)、25Kd(17)、24Kd(19)、21Kd(25)、21Kd(26)、21Kd(27)及 9Kd(33)等 12 個蛋白質於開花當天偵測不到其存在（圖 2A~C，表 2）。

在花柱部份，隨著成熟期增加新合成八個蛋白質，分別為 Mr 55Kd(4)、55Kd(5)、43Kd(7)、36Kd(11)、25Kd(18)、23Kd(21)、20Kd(24)及 15Kd(29)。除了蛋白質 Mr 23Kd(21)以外，其餘的蛋白質在開花前一天的花柱內，即可被偵測到。隨著成熟期增加而消失的蛋白質為 Mr 40Kd(9)、37Kd(10)、25Kd(17)、21Kd(25)、21Kd(26)、21Kd(27)，及 9Kd(33)等七個蛋白質，其中 Mr 21Kd(26) 的蛋白質在開花前一天即偵測不到。在柱頭隨成熟期增加而合成，但在花柱卻偵測不到的蛋白質計有 Mr 83Kd(1)、38Kd(8)、30Kd(14)、30Kd(15)、28Kd(16)、及 13Kd(32) 等六個蛋白質。而 Mr 83Kd(2)、46Kd(6)、32Kd(13)、24Kd(19)、21Kd(22) 及 21Kd(23) 等蛋白質，雖在柱頭有隨生長期增加而消失的趨勢，但在花柱卻都可偵測到，另外 Mr 53Kd(3)及 19Kd(28)在柱頭隨成熟度增加而新合成且在花柱三個成熟期皆可偵測到（圖 2D~F，表 2）。

三、不同成熟期之百香果品系 37 之柱頭及花柱活體內蛋白質合成的變化。

柱頭蛋白質 Mr 83Kd(1)、53Kd(3)、55Kd(4)、55Kd(5)、30Kd(15) 及 23Kd(21)等六個蛋白質於開花前一天開始被誘導重新合成。蛋白質 Mr 38Kd(8)、36Kd(11)及 30Kd(14) 於花當天才可偵測到。另有 19 個蛋白質隨著發育成熟期增加而消失，分別是 Mr 46Kd(6)、43Kd(7)、40Kd(9)、37Kd(10)、37Kd(12)、32Kd(13)、25Kd(17)、24Kd(19)、24Kd(20)、21Kd(22)、21Kd(23)、20Kd(24)、21Kd(25)、21Kd(27)、19Kd(28)、14Kd(30)、14Kd(31)、13Kd(32) 及 9Kd(33)，其中 Mr 37Kd(10)、32Kd(13)、24Kd(20)、21Kd(22)及 14Kd(30)等五個蛋白質在開花前一天即已偵測不到，其餘者到開花當天才消失。比較特別的蛋白質為 Mr 28Kd(16)，因其只有開花前一天才合成，開花前二天或開花當天則消失偵測不到（圖 3A~C，表 2）。七個花柱蛋白質 Mr 53Kd(3)、55Kd(4)、55Kd(5)、36Kd(11)、25Kd(18)、

23Kd(21)、及 15Kd(29)隨著發育期增加而新合成，而且均於開花前一天即已開始被誘導合成。Mr 83Kd(2)、46Kd(6)、38Kd(8)、40Kd(9)、25Kd(17)、21Kd(27)、13Kd(32)及 9Kd(33)等八個蛋白質隨著發育期增加而消失，在開花當天即不存在，另外 Mr 83Kd(1)、37Kd(12)、30Kd(14)、30Kd(15)、28Kd(16)、24Kd(20)、14Kd(30)及 14Kd(31)等八個蛋白質在柱頭有消失或新合成的趨勢，但在花柱的三個調查期均無法偵測其存在。Mr 43Kd(7)、37Kd(10)、32Kd(13)、24Kd(19)、21Kd(22)、21Kd(23)、21Kd(25)及 19Kd(28)等八個蛋白質在柱頭有消失的趨勢，但在花柱均可偵測到。而 Mr 15Kd(29)之蛋白質為花柱獨特新合成之蛋白質，柱頭則不存在 (圖 3D~F，表 2)。

四、不同成熟期之百香果品系 97 之柱頭及花柱活體內蛋白質合成的變化。

圖 4 的螢光顯像圖譜顯示，Mr 83Kd(1)及 38Kd(8)隨著柱頭發育成熟期增加而重新合成，前者僅在開花當天才可偵測到，後者於開花前二天開始被誘導合成。蛋白質 Mr 46Kd(6)、43Kd(7)、37Kd(10)、37Kd(12)、32Kd(13)、25Kd(17)、24Kd(19)、24Kd(20)、21Kd(22)、21Kd(23)、20Kd(24)、21Kd(26)、21Kd(27)、14Kd(30)、14Kd(31)及 9Kd(33)等 16 個蛋白質，隨發育期增加而消失，其中 Mr 43Kd(7)、32Kd(13)、及 21Kd(23)在開花前一天已偵測不到蛋白質存在，另外 12 個蛋白質於開花當天才消失。在其他三個品系之柱頭或花柱有隨成熟期增加而消失或新合成之蛋白質，但在編號 97 品系任何發育期皆可偵測到的蛋白質，有 Mr 83Kd(2)、40Kd(9)、23Kd(21)、及 21Kd(25)等四個蛋白質。均無法偵測到的計有蛋白質 Mr 53(3)、55Kd(4)、55Kd(5)、36Kd(11)、30Kd(14)、30Kd(15)、28Kd(16)、25Kd(18)、19Kd(28)、15Kd(29)及 13Kd(32) 等 11 個蛋白質 (圖 4A~C，表 2)。

花柱蛋白質中 Mr 83Kd(1)、43Kd(7)、38Kd(8)、24K(20)及 15Kd(29)等五個蛋白質，隨著花柱成熟期增加而新合成，除 Mr 24Kd(20)在開花當天才可偵測到外，其他四個蛋白質於開花前一天即開始新合成。蛋白質 Mr 46Kd(6)、37Kd(10)、21Kd(26)及 21Kd(27)隨著花朵成熟期增加而消失，其中除了蛋白質 Mr 46Kd(6)在開花前一天無法偵測到，其餘三個蛋白質在開花當天才消失。Mr 83Kd(2)、40Kd(9)、25Kd(17)、24Kd(19)、23Kd(21)、21Kd(22)、21Kd(23)、20Kd(24)、21Kd(25)、19Kd(28)、14Kd(30)及 14Kd(31)等 12 個蛋白質在其他三個品系的花柱均隨發育期有消失現象，但在 97 品系之花柱於三個調查期皆可偵測到。Mr 53Kd(3)、55Kd(4)、55Kd(5)、36Kd(11)、37Kd(12)、32Kd(13)、30Kd(14)、30Kd(15)、28Kd(16)、13Kd(32)及 9Kd(33)等 11 個蛋白質之消失或新合成的現象卻無法偵測到 (圖 4D~F，表 2)。

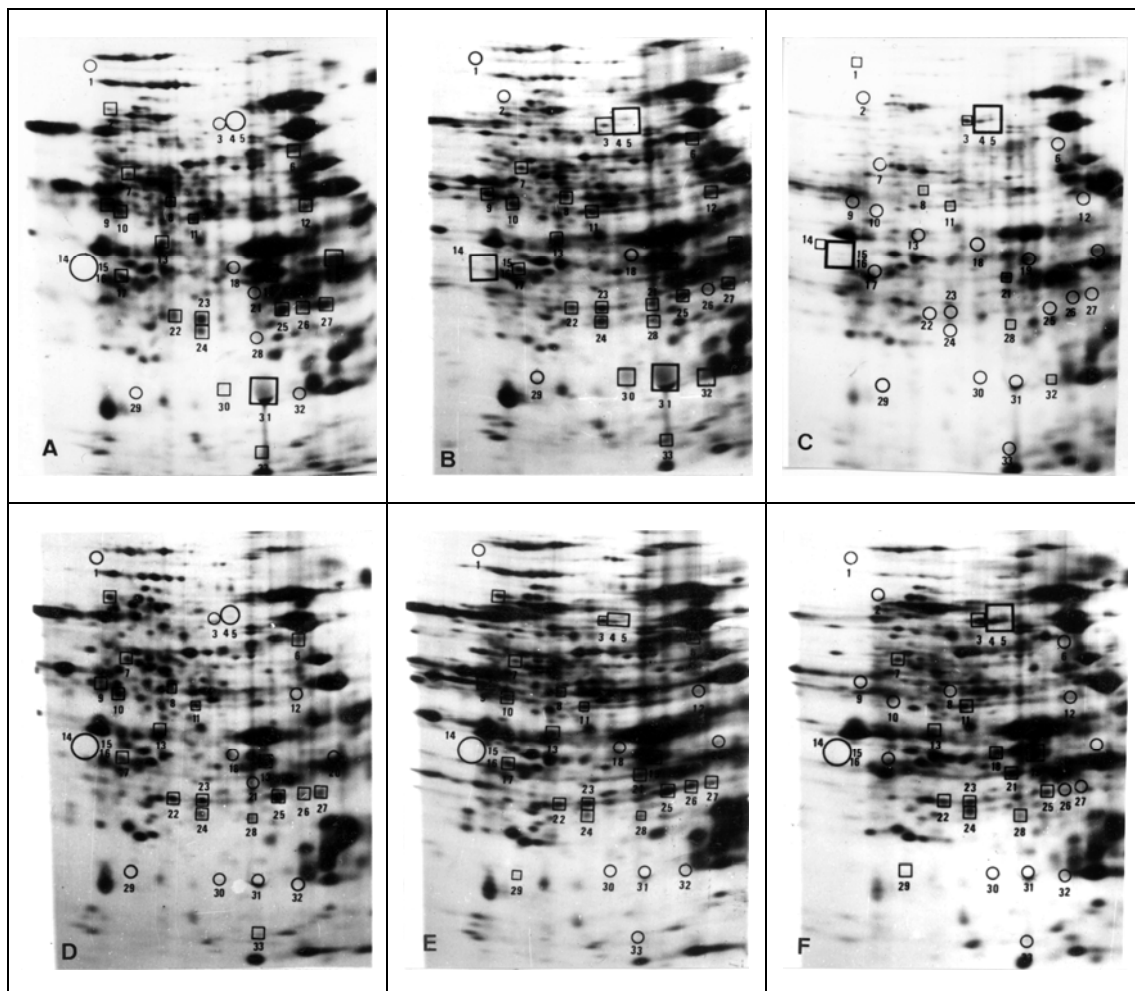


圖 1. 百香果品系 52 於開花前二天(A、D)、一天(B、E)及當天(C、F)，其柱頭(A、B、C)及花柱 (D、E、F) 的 ^{35}S -甲硫氨酸標記蛋白質，在二次元電泳分離之螢光顯像圖譜。方形(□)表示存在此種獨特蛋白質。圓形(○)表示未出現此種獨特蛋白質。

Fig. 1. Fluorographs of *in vivo* ^{35}S -labeled protein from two days before flowering (A, D), one day before flowering (B, E) and the day of flowering (C, F) of stigma (A, B, C) and style (D, E, F) of passionfruit (No. 52) as resolved by two dimensional gel electrophoresis. Squares (□) indicated the present of specific proteins. Circle (○) indicated the disappearance of specific proteins.

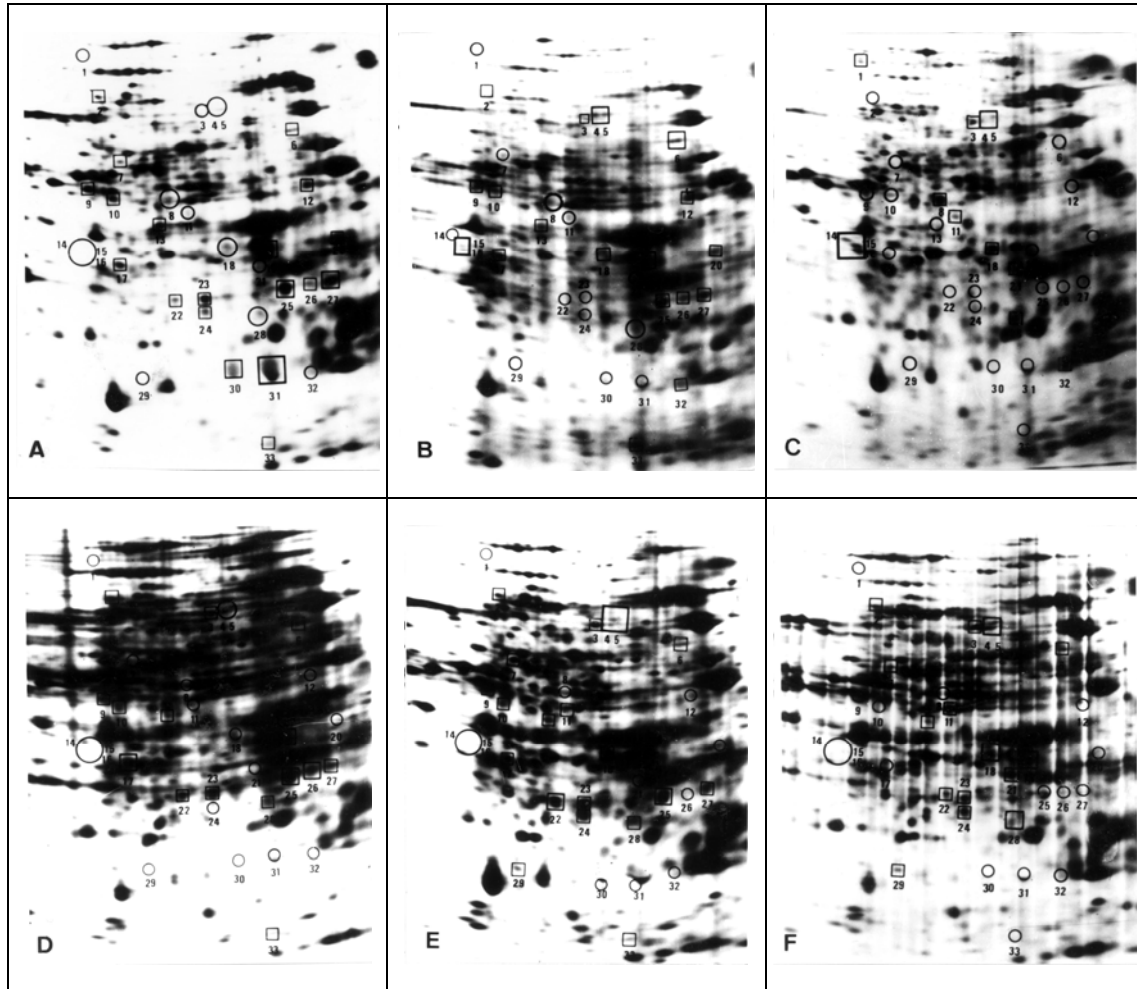


圖 2. 百香果品系 88 於開花前二天(A、D)、一天(B、E)及當天(C、F)，其柱頭(A、B、C)及花柱 (D、E、F) 的 ^{35}S -甲硫氨酸標記蛋白質，在二次元電泳分離之螢光顯像圖譜。方形(□)表示存在此種獨特蛋白質。圓形(○)表示未出現此種獨特蛋白質。

Fig. 2. Fluorographs of *in vivo* ^{35}S -labeled protein from two days before flowering (A, D), one day before flowering (B, E) and the day of flowering (C, F) of stigma (A, B, C) and style (D, E, F) of passionfruit (No. 88) as resolved by two dimensional gel electrophoresis. Squares (□) indicated the present of specific proteins. Circle (○) indicated the disappearance of specific proteins.

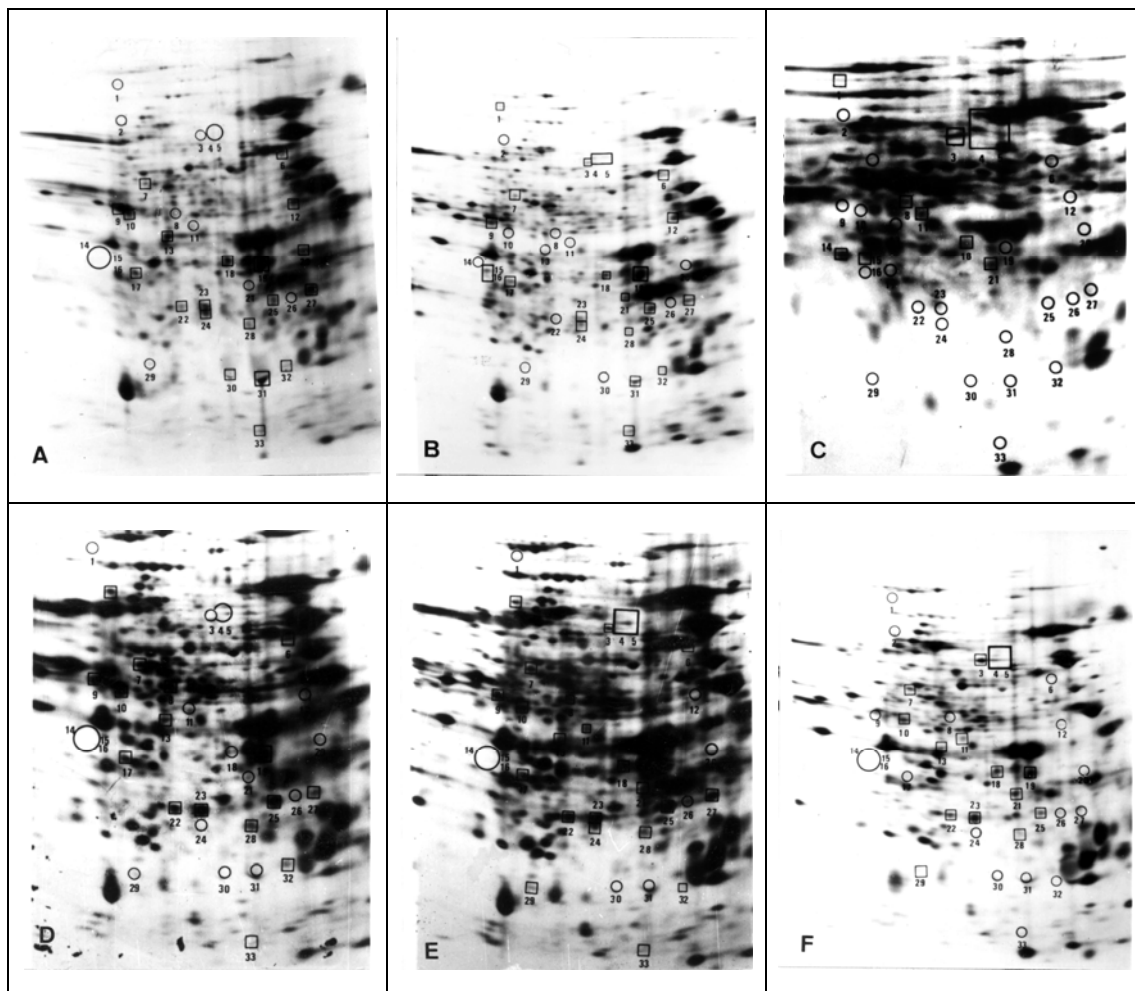


圖 3. 百香果品系 37 於開花前两天(A、D)、一天(B、E)及當天(C、F)，其柱頭(A、B、C)及花柱 (D、E、F) 的 ^{35}S -甲硫氨酸標記蛋白質，在二次元電泳分離之螢光顯像圖譜。方形(□)表示存在此種獨特蛋白質。圓形(○)表示未出現此種獨特蛋白質。

Fig. 3. Fluorographs of *in vivo* ^{35}S -labeled protein from two days before flowering (A, D), one day before flowering (B, E) and the day of flowering (C, F) of stigma (A, B, C) and style (D, E, F) of passionfruit (No. 37) as resolved by two dimensional gel electrophoresis. Squares (□) indicated the present of specific proteins. Circle (○) indicated the disappearance of specific proteins.

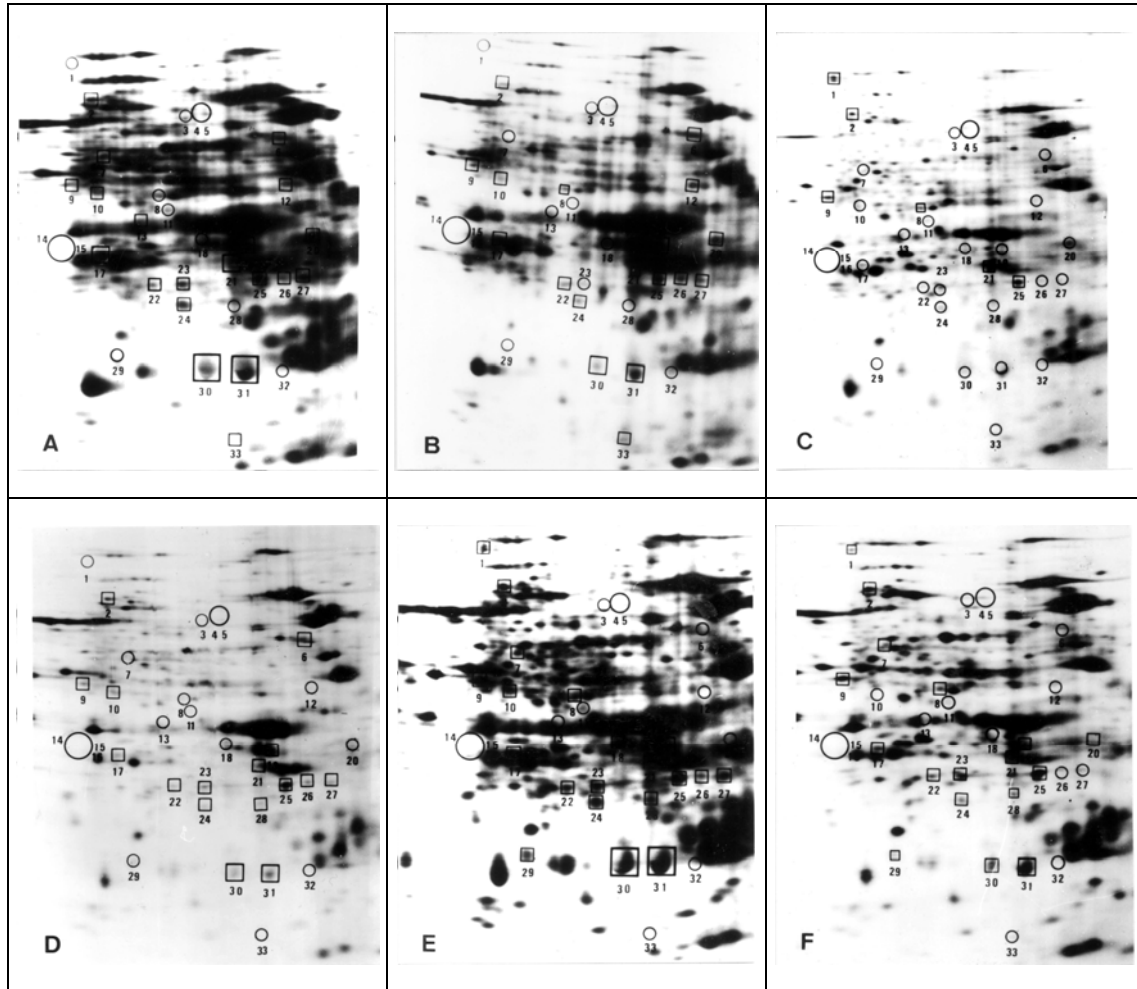


圖 4. 百香果品系 97 於開花前二天(A、D)、一天(B、E)及當天(C、F)，其柱頭(A、B、C)及花柱 (D、E、F) 的 ^{35}S -甲硫氨酸標記蛋白質，在二次元電泳分離之螢光顯像圖譜。方形(□)表示存在此種獨特蛋白質。圓形(○)表示未出現此種獨特蛋白質。

Fig. 4. Fluorographs of *in vivo* ^{35}S -labeled protein from two days before flowering (A, D), one day before flowering (B, E) and the day of flowering (C, F) of stigma (A, B, C) and style (D, E, F) of passionfruit (No. 97) as resolved by two dimensional gel electrophoresis. Squares (□) indicated the present of specific proteins. Circle (○) indicated the disappearance of specific proteins.

表 2. 百香果柱頭及花柱蛋白質合成之變化

Table 2. Changes in protein synthesis of stigma and style in passion fruit.

分類編號	Mr. KD	97			52			88			37		
		柱頭		花柱	柱頭		花柱	柱頭		花柱	柱頭		花柱
		-2	-1	0	-2	-1	0	-2	-1	0	-2	-1	0
		day		day	day		day	day		day	day		day
I	1 83		+			+			+			+	
	21 23	+	+	+		+	+		+		+		+
	29 15												
II	6 46	+	+			+	+		+	+		+	+
	7 43	+				+	+		+			+	+
	10 37	+	+			+	+		+	+		+	+
	12 37	+	+			+	+		+	+		+	+
	17 25	+	+			+	+		+	+		+	+
	19 24	+	+			+	+		+	+		+	+
	20 24	+	+			+	+		+	+		+	+
	22 21	+	+			+	+		+	+		+	+
	23 21	+				+	+		+	+		+	+
	24 20	+	+			+	+		+	+		+	+
	26 21	+	+			+	+		+	+		+	+
	27 21	+	+			+	+		+	+		+	+
	33 9	+	+			+	+		+	+		+	+
III	3 53					+	+		+	+		+	+
	4 55					+	+		+	+		+	+
	5 55					+	+		+	+		+	+
	11 36					+	+		+	+		+	+
	14 30					+	+		+	+		+	+
	15 30					+	+		+	+		+	+
	16 28					+	+		+	+		+	+
	32 13					+	+		+	+		+	+
IV	2 83	+	+	+		+	+		+	+		+	+
	9 40	+	+	+		+	+		+	+		+	+
	25 21	+	+	+		+	+		+	+		+	+
V	30 14	+	+			+	+		+	+		+	+
	31 14	+	+			+	+		+	+		+	+
VI	8 38	+	+			+	+		+	+		+	+
	13 32	+				+	+		+	+		+	+
	18 25					+	+		+	+		+	+
	28 19					+	+		+	+		+	+

+ : detectable protein.

討 論

從體內花粉發芽與雄蕊之交感作用及萃取物對體外發芽影響結果，顯示雌蕊組織性質決定發芽率及花粉管伸長速率，並顯示其認定作用，柱頭比花柱強，同時隨發育期而改變，因此進一步探討雌蕊組織內在新合成蛋白質之變化特性。王氏(1987)以一次元 native protein gel 分析自交親合性與自交不親合性百香果之柱頭蛋白質，經 Coomassie blue R-250 染色電泳膠片，只揭露出在 R_p 0.18~0.22 之區域蛋白質量的變化。由於試驗結果顯示蕾期授粉可克服百香果絨毛組織之抑制作用，而蛋白質合成在此期間的消長可能扮演關鍵性的角色，所以我們以 S^{35} -甲硫胺酸標記開花前两天、一天及當天之雌蕊蛋白質的合成，並以高解析度的二次元 SDS-PAGE 分析百香果自交不親合品系 97 與自交不親合品系 52、88、37 之柱頭與花柱蛋白質種類的變異性，試圖瞭解在此期間蛋白質微妙且重要的改變與自交不親和性的關連。

綜合分析四個品系的百香果其不同成熟度及不同部位蛋白質顯像圖譜，可解析有 33 種具有消長性之蛋白質，隨柱頭或花柱不同之成熟期有差異性消長的情形(表 2)。我們並不試圖詮釋每一個消長蛋白質在花柱及柱頭生育過程所扮演的角色或與自交不親合性可能之關連。然而，其中大部份蛋白質之消長可分成六大類型。第一類蛋白質在四個百香果品系之柱頭且/或花柱，均隨成熟度的增加而被誘導新合成，例如 Mr 83Kd(1)、23Kd(21)、及 15Kd(29)。第二類蛋白質在四個百香果品系之柱頭且/或花柱，均隨成熟度的增加而消失，例如 Mr 46kd(6)、43kd(7)、37kd(10)、37kd(12)、25kd(17)、24kd(19)、24kd(20)、21kd(22)、21kd(23)、20kd(24)、21kd(26)、21kd(27)、及 9kd(33)。由於這二類蛋白質的消長在四個供試品系均可偵測到，所以可能是與百香果柱頭及花柱生育代謝有關的蛋白質。第三類蛋白質在較不親和性的品系(52、88、37)的柱頭均隨其成熟度的增加而被誘導新合成，但在較具親和性品系(97)的柱頭偵測不到，例如 Mr 53Kd(3)、55Kd(4)、55Kd(5)、36Kd(11)、30Kd(14)、30Kd(15)、28Kd(16)、及 13Kd(32)。參照十字花科與自交不親和性有關之醣蛋白，從控制親和性醣蛋白合成的部位及時期之研究 (Nishio and Hinata, 1978, 1982; Nasrallah *et al.*, 1985b)，如果百香果有抑制自花花粉管生長之蛋白質，這一類蛋白質可能與百香果自交不親和性有密切的關係。第四類蛋白質在較具自交不親和性的品系的柱頭均隨成熟度的增加而消失，但在較具親和性品系上，則仍可偵測到，例如 Mr 83Kd(2)、40Kd(9)、及 21Kd(25)。由於目前對控制百香果自交不親和性的生理機制尚未完全明瞭，促進與抑制花粉發芽的物質，對產生自交不親和性具有同等的重要意義；或許此類蛋白質代表促進或維持花粉管正常生長所不可缺失的蛋白質。第五類蛋白質在四個百香果品系的柱頭均隨成熟度的增加而消失，但在不親和性品系之花柱均不存在，而在親和性的花柱均可偵測到，例如 Mr 14Kd(30) 和 14Kd(31)；此類蛋白質可能是 97 品系花柱獨特表現，且不受成熟度調節的蛋白質。第六類蛋白質在親和及不親和性百香果品系間的消長則無規律可循。

就配子體自交不親和性而言，其抑制部位在花柱，如菸草屬作物，而孢子體型自交不親和性則表現在柱頭。Hinata 等人(1982) 指出產生促進自交不親和性的醣蛋白部位在於成熟的柱頭，未成熟的柱頭、花柱及子房則無或具少量醣蛋白產生。Nasrallah 等人 (1985b) 則認為開花前一天合成醣蛋白的量最多。因此，百香果如果有類似的蛋白質，第三類中的蛋白質很可能是最佳的候選者。Nisho and Hinata (1979) 和 Takayama 等人(1986) 研究 *Brassica campestris* 及 *B. oleraceae* 的自交不親和性發現 S 醣蛋白的分子量分別為 57Kd 及 51~53Kd，Ferrari 等人(1981b) 研究報導 S 醣蛋白分子量可以為 90Kd 或是 54.5Kd，Nishio and Hinata (1982) 以 *B. oleracea* 為材料，測得三種醣蛋白之分子量，S22 基因型合成醣蛋白為 62Kd，S39 及 S7 的醣蛋白則為 57Kd。雖然第三類蛋白質中某些蛋白質分子量與其相符，但作物不同，況且我們對百香果自交不親和之行為尚未完全明瞭，因此是否相同醣蛋白質，有待進一步之探討。

綜合以上，本試驗結果顯示(1)於開花前二天或一天行蕾期授粉可克服百香果絨毛組織之抑制作用，對較具自交不親和性品系亦可正常授。因此百香果花柱或柱頭組織，至少在開花前二天已具有讓自花花粉管生長的能力。(2)萃取自開花前二天或一天的自交不親和品系(52)之花柱及柱頭萃取液，在活體外試驗，均可促進自花花粉的發芽，但對其他品系(97、88、37) 則無促進效果，其原因有待進一步試驗技術之改進。(3)在開花前二天到開花當天之柱頭及花柱有 33 個蛋白質合成的消長。其中有兩群，一群(第一及第二)可能與其生長代謝有關。另一群由具自交不親和性的柱頭合成之蛋白質 [Mr 53Kd(3)、55Kd(4)、55Kd(5)、36Kd(11)、30Kd(14)、30Kd(15)、28Kd(16)、及 13Kd(32)] 與另一類蛋白質 [Mr 83Kd(2)、40Kd(9)、及 21Kd(25)] 在具自交不親和性的柱頭隨成熟度而消失，均有可能與百香果自交不親和性有關。

雖然目前對這蛋白質消長的生理意義仍不明瞭，若以十字花科的控制自交不親和性之 S 等位基因為探子(probe)，與不親和性之百香果的 RNA 做雜交(hybridization)，或構築百香果 cDNA library 篩選，第三類及四類蛋白質之基因，將有助於我們對百香果不親和性有更深入的瞭解。

參 考 文 獻

- 王文山。1987。百香果(*Passiflora edulis* Sims)及相關種間同功異構酵素電泳型之變異性研究。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文。
- 許圳塗、何婉芬。1985。百香果柱頭形態及親和特性。中國園藝 31:33-39。
- 張振宙。1974。黃百香果(原百西番果)在台灣開花不實原因之研究。台灣農業 10:37-79。
- 張振宙。1979。百香果。豐年 29(19):21-23。
- 張育森、鄭正勇。1988。百香果開花習性之研究。中國園藝 34:271-282。

- Ferrari, T. E., D. Bruns and D. H. Wallace. 1981b. Isolation of a plant glycoprotein involved with control of intercellular recognition. *Plant Physiol.* 67:270-277.
- Hinata, K. and T. Nishio. 1978. S-allele specificity of stigma proteins in *Brassica oleracea* and *B. campestris*. *Heredity* 41: 93-100.
- Hinata, K., T. Nishio and T. Kimura. 1982. Comparative studies on S-glycoproteins purified from different S-genotypes in self-incompatible *Brassica* species II Immunological specificities. *Genetics* 100: 649-657.
- Ho, W. A. F. and C. T. Shii. 1986. Incompatibility system in passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). *Acta Hort.* 194: 31-38.
- Martin, F. W. and H. Y. Nakasone. 1970. The edible species of *Passiflora*. *Eco. Bot.* 24: 333-343.
- Nasrallah, J. B., T. H. Kao, M. L. Golfberg and M. E. Nasrallah. 1985a. A cDNA clone encoding an S-locus-specific glycoprotein from *Brassica oleracea*. *Nature* 318:263-263-267.
- Nasrallah, J. B., R. C. Doney and M. E. Nasrallah. 1985b. Biosynthesis of glycoproteins involved in the pollen-stigma interaction of incompatibility in developing flowers of *Brassica oleracea* L. *Planta* 165: 100-107.
- Hammer, L. H. 1987. The pollinators of the yellow passionfruit—Do they limit the success of *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* as a tropical crop? *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 100:283-287.
- Nishio, T. and K. Hinata. 1978. Stigma proteins in self-incompatible *Brassica campestris* L. and self-compatible relatives, with special reference to S-allele specificity. *Japan. J. Genetics* 53: 27-33.
- Nishio, T. and K. Hinata. 1979. Purification of an S specific glycoprotein in self-incompatible *Brassica campestris* L. *Japan. J. Genetics* 54: 307-311.
- Nishio, T. and K. Hinata. 1982. Comparative studies on S-glycoproteins purified from different S-genotypes in self-incompatible *Brassica* species I Purification and chemical properties. *Genetics* 100: 641-647.
- O'Farrel, P. H. 1975. High resolution two-dimensional electrophoresis of proteins. *J. Biochem.* 250: 4007-4021.
- Payan, F. R. and F. W. Martin. 1975. Barriers to the hybridization of *Passiflora* species. *Euphytica* 24: 709-716.
- Takayama, S., A. isogai, C. Tsukamota, Y. Ueda, K. Hinata, K. Okazaki and A. Suzuki. 1986. Isolation and some characterization of S-locus-specific glycoproteins associated with self-incompatibility in *Brassica campestris*. *Agric. Biol. Chem.* 50: 1365-1367.

Studies on Self-incompatibility and *De Novo* Synthesis of Pistil Proteins in Passion Fruit (*Passiflora edulis* Sims)

Chung-Ming Cho ¹⁾ Chou-Tou Shii ²⁾ Menq-Jiau Tseng ³⁾

Key words: Passion fruit, Self-incompatibility, Stigma, Style

Summary

Passion fruit was suggested to be sporophytic self-incompatibility, the stigma plays an important role in recognition of landing pollens, and arrests the incompatible pollen tubes in the papillate tissue. In this study, changes in the protein profiles of the developing stigma and style tissue of passion fruit were analyzed. Nearly 350 newly synthesized proteins were identified by using two-dimensional polyacrylamide gel electrophoresis. Among them, changes in 33 proteins synthesis were found in the stigma and style of six cultivars of passion fruits, which could be classified into six groups. The third group contained eight proteins, such as Mr 53Kd(3), 55Kd(4), 55Kd(5), 36Kd(11), 30Kd(14), 30Kd(15), 28Kd(16) and 13Kd(13), which were synthesized in the mature stigma of self-incompatible cultivars of passion fruit (No. 52, 88, 37), but not in those of the self-compatible cultivar (No.97). It is similar to *Brassica* species which synthesized S-glycoprotein at the mature stigma, and some molecular weight of protein of passion fruit [Mr 53Kd(3), 55Kd(4), 55Kd(5)] are closely to S-allele specific glycoprotein of *B. oleracea*. The fourth group of proteins contained three proteins, such as Mr 83Kd(2), 40Kd(9) and 21 Kd(25), which were disappeared when the maturity of stigma was increased in the self-incompatible cultivars of passion fruit (No.52, 88, 37), but they could be detected in the self-compatible cultivar (No.97). This group of protein could be essential for pollen tube growth. We suggested that these proteins might be associated with the self-incompatibility in passion fruit.

-
- 1) Assistant Professor, Department of Landscape Architecture, ChungChou Institute of Technology.
 - 2) Professor, Department of Horticulture, National Taiwan University.
 - 3) Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University. Corresponding author.

芭菲爾鞋蘭與絲核菌之共生發芽

陳 珈 樺¹⁾ 王 才 義²⁾

關鍵字：蘭菌、芭菲爾鞋蘭、種子發芽、絲核菌

摘要：本研究自 7 種芭菲爾鞋蘭根部分離出 8 株菌種，分別為 Pwar-1、Peme-1、Ppri-1、Phen-1、Phel-1、Pdel-1、Pdel-2 及 Pmic-1。以這 8 株菌種(Pwar-1、Peme-1、Ppri-1、Phen-1、Phel-1、Pdel-1、Pdel-2 及 Pmic-1)、3 種光週期(0/24 h、16/8 h、24/0 h L/D)、京都培養基內蔗糖濃度(5 g l⁻¹、10 g l⁻¹、15 g l⁻¹、20 g l⁻¹、25 g l⁻¹、30 g l⁻¹)測試對芭菲爾鞋蘭種子發芽率之影響。實驗結果顯示，不論是原生種或是交配種，播種於燕麥培養基並接種適合蘭菌的芭菲爾鞋蘭種子發芽率顯著高於播種於京都培養基的發芽率，播種於京都培養基內部分的種子發育雖較快，可是發芽不整齊，而播種於燕麥培養基的種子的發芽率雖高，卻只發育至 stage2。*Paph. delenatii* 播種於含 10 g l⁻¹ 蔗糖的京都培養基並接種 Pdel-2 菌種之處理有 97%發芽率，其中有 78%的種子發育至 stage4。

前 言

芭菲爾鞋蘭(*Paphiopedilum*)約有 80 種原生種，主要分佈於熱帶亞洲。其中花型及花色變化豐富且花期長、易栽培，深受消費者喜愛。因原生種人為過度採集及原生地過度開發，故列為華盛頓公約(CITES)不得進行國際性商業貿易之物種，但自 1999 年台灣開啟拖鞋蘭合法輸出之管道後，芭菲爾鞋蘭出口種苗數量逐年增加，是具有發展潛力的新興花卉(蔡，2006)。

芭菲爾鞋蘭目前僅能以無菌播種獲得大量的實生苗，早期(Pierik *et al.*, 1988; Stimart and Ascher, 1981)芭菲爾鞋蘭被認為是發芽困難的物種，近年國內學者(李與陳，1997; 李與李，2001; 廖與陳，2007; 劉黃，1995)自前處理、蒴果的成熟度及培養基等因素，有效

1) 國立中興大學園藝系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝系副教授，通訊作者。

提升發芽率，但芭菲爾鞋蘭的品種間差異大，出苗率極不穩定(蕭，2002)，且有些物種仍有發芽不整齊及褐化等問題(廖與陳，2007)。已知蘭菌可提高石斛蘭(林，2002)、嘉德利亞蘭(林，2005)、台灣金線連(周與張，2003)、綾草(Stewart and Kane, 2007)、玉鳳蘭(Stewart and Zettler, 2002)等數種蘭科植物的發芽率。本研究目的為從 7 種芭菲爾鞋蘭原生種根部分離出蘭菌並藉由共生發芽期改善芭菲爾鞋蘭播種發芽率。

材 料 與 方 法

一、真菌之分離

取 *Paph. wardii*、*Paph. emersonii*、*Paph. primulinum*、*Paph. micranthum*、*Paph. helenae* 和 *Paph. henryanum* 健康植株約 2 cm 根段，以徒手切成薄片，再以 0.5% 棉藍(lactophenol cotton blue)染色 10 min，於光學顯微鏡下觀察(OLYMPUS BX50)是否有菌絲團的存在(Ma *et al.*, 2003)，若觀察到皮層細胞內有菌絲團存在時，再以自來水洗淨根段後剝去根表皮與根毛，以含 1 滴 Tween-20 的 1% 次氯酸鈉溶液表面消毒 5 min，在無菌操作台下以無菌去離子水徹底漂洗後，以解剖刀將根段於無菌濾紙上橫切成約 1 mm 的薄片，再置於裝填 1% 的水瓊脂培養基(water agar, WA)(Bacto agar, Difco Laboratories, U.S.A.)之 9 cm 的培養皿上，每培養皿有 9 個薄片，培養皿置於室溫與黑暗的環境，待菌絲從根段皮層細胞長出後，在解剖顯微鏡下挑取具有絲核菌特徵的單一菌絲培養於新培養皿，並純化培養直到獲得單一菌種，將純化後的菌種培養於馬鈴薯葡萄糖瓊脂培養基(Potato dextrose agar, PDA)(Difco Laboratories, U.S.A.)備用(Pereira *et al.*, 2003; 2005)。

二、種子來源

Paph. wardii、*Paph. Maudiae* Type、*Paph. primulinum*、*Paph. delenatii* 及 *Paph. malipoense*×*delenatii* 分別授粉 22、28、21、25、27 wks 後，各採 3、3、3、6、6 個蒴果，於當日進行播種。蒴果先以 75% 酒精擦拭蒴果表面，剖開蒴果將所有種子刮下放入含 1 滴 Tween-20 的 1% 次氯酸鈉溶液消毒 15 min，以無菌去離子水沖洗 3 次，加入無菌去離子水製成種子懸浮母液。播種時以無菌的微量吸管攪拌使種子均勻分佈無菌去離子水中後，再吸取種子懸浮母液。

三、培養基之製備

京都培養基(Hyponex)含花寶 1 號(7N-6P-19K) 3 g l⁻¹、活性碳 3 g l⁻¹、椰子汁 100 ml l⁻¹、蔗糖 30 g l⁻¹、洋菜 8 g l⁻¹。而燕麥培養基(Oat meal agar, OMA)(Clements *et al.*, 1986)含燕麥 2.5 g l⁻¹、8 g l⁻¹ 洋菜。以上 2 種培養基以微波爐加熱使洋菜溶解後，倒入 500 ml 血清瓶中，以 121℃ 高壓滅菌 25 min，於無菌操作台下，分裝至 9 cm 無菌塑膠培養皿中，待冷卻凝固後備用。

四、試驗方法

(一) 不同菌種對芭菲爾鞋蘭種子發芽率之影響

Paph. wardii、*Paph. Maudiae* Type、*Paph. primulinum*、*Paph. malipoense*×*delenatii* 各 3 個蒴果製成種子懸浮母液後，取 0.5 ml 的種子懸浮母液播種於裝填燕麥培養基與京都培養基的培養皿上，播種後，於燕麥培養基上接種具有活性的 0.5 cm² 水瓊脂培養基之菌種塊，共 8 株菌種(表 1)，不接種的京都培養基與燕麥培養基者為對照組，每處理 6 重覆(Stewart and Zettler, 2002; Stewart and Kane, 2007)。

表 1、供試的 8 株絲核菌來源

Table 1. Original sources of *Rhizoctonia* fungi used in the inoculation of *Paphiopedilum* seeds and seedling.

Fungal isolate	Host orchid	Collection information
Pwar-1	<i>Paph. wardii</i>	Purchase it in Kuo-Kuang flower market, Dali Town, Taichung
Peme-1	<i>Paph. emersonii</i>	Purchase it in Kuo-Kuang flower market, Dali Town, Taichung
Ppri-1	<i>Paph. primulinum</i>	Purchase it in Kuo-Kuang flower market, Dali Town, Taichung
Phen-1	<i>Paph. henryanum</i>	By In-Charm Orchids Laboratory
Phel-1	<i>Paph. helenae</i>	By In-Charm Orchids Laboratory
Pdel-1	<i>Paph. delenatii</i>	Culture on precise greenhouse of National Chung Hsing University
Pdel-2	<i>Paph. delenatii</i>	Culture on precise greenhouse of National Chung Hsing University
Pmic-1	<i>Paph. micranthum</i>	Purchase it in Kuo-Kuang flower market, Dali Town, Taichung

(二) 光週期對芭菲爾鞋蘭種子發芽率之影響

Paph. delenatii、*Paph. malipoense*×*delenatii* 各 3 個蒴果製成種子懸浮母液後，取 0.5 ml 的種子懸浮母液播種於裝填燕麥培養基的培養皿，並同時接種 0.5 cm² 水瓊脂培養基之 Pdel-2 菌種塊之後，分別將培養皿置於 3 種光週期(0/24 h、16/8 h、24/0 h L/D)環境，每處理 7 重覆。以台灣東亞牌提供光源，光強度維持 40-50 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Stewart and Kane, 2006)。

(三) 京都培養基的蔗糖濃度對芭菲爾鞋蘭種子發芽率之影響

採集 *Paph. delenatii* 3 個蒴果製成種子懸浮母液，取 0.5 ml 種子懸浮母液分別播種於添加 5 g l⁻¹、10 g l⁻¹、15 g l⁻¹、20 g l⁻¹、25 g l⁻¹、30 g l⁻¹ 蔗糖的京都培養基內並同時接種 0.5 cm² 水瓊脂培養基之 Pdel-2 菌種塊。而 30 g l⁻¹ 蔗糖的京都培養基不接種者為對照組，每處理 6 重覆。

五、培養環境條件

所有培養皿以石蠟膜密封 2 層，置室溫 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，除了光週期對芭菲爾鞋蘭發芽實驗及 *Paph. primulinum* 外(置於 8/16 h L/D 光週期)，其餘實驗皆為全暗培養。

六、發芽率之計算與統計分析

Paph. primulinum 及 *Paph. Maudiae* Type 分別於播種後 8、12 wks 以解剖顯微鏡(NIKON SMZ-645)觀察種子發芽及發育情形，其餘的品種於播種後 16 wks 計算發芽率。種子發芽與發育依據 Stewart 及 Zettler(2002)分成 5 時期，分別為 0 期(stage 0)為無發芽，第 1 期(stage 1)胚膨大並形成吸收毛，第 2 期(stage 2)為胚繼續膨大並突破種皮，第 3 期(stage 3)形成頂端分生組織，第 4 期(stage 4)形成第一片葉片，第 5 期(stage 5)為第一片葉片伸長，發育到第 2 期視為發芽。實驗結果以 SAS v 9.1 軟體進行一般線性模型分析(General Linear Model, GLM)，以鄧肯氏多變域分析(Duncan's Multiple Range Test)比較各處理平均值 5% 的差異顯著性。

結 果

一、菌種之分離

從這 7 種芭菲爾鞋蘭根部共分離到 8 株菌種，並依源自不同品種的芭菲爾鞋蘭原生種給予不同的代號(表 1)，分別為 Pwar-1、Peme-1、Ppri-1、Phen-1、Phel-1、Pdel-1、Pdel-2 及 Pmic-1，經粗略鑑定以上菌種皆為絲核菌屬的真菌。

二、不同菌種對芭菲爾鞋蘭種子發芽率之影響

將 *Paph. wardii*、*Paph. Maudiae* Type、*Paph. primulinum*、*Paph. malipoense*×*delenatii* 的種子播種於 OMA 培養基並分別接種 Pwar-1、Peme-1、Ppri-1、Phen-1、Phel-1、Pmic-1、Pdel-1、Pdel-2 共 8 株菌種。所有的芭菲爾鞋蘭播種 OMA 培養基，且未接種任何蘭菌的處理，發芽率不超過 5%(表 2)。*Paph. wardii*、*Paph. primulinum*、*Paph. malipoense*×*delenatii* 接種蘭菌的發芽率皆高於未接種處理。*Paph. wardii* 接種 Pwar-1 與 Ppri-1 發芽率較低，分別為 36.3%與 39.6%，其他菌種皆有 50%的發芽率。*Paph. Maudiae* Type 種子接種 Pwar-1 發芽率最高，達 59.8%。*Paph. primulinum* 除了接種 Ppri-1 有 78.1%的發芽率，接種 Pwar-1、Peme-1、Phen-1、Pmic-1 也有很高的發芽率，分別為 89.6%、90%、89.1%、85.9%，*Paph. malipoense*×*delenatii* 接種 Phen-1 的發芽率最高，有 66.1%的發芽率，其次為接種 Ppri-1 菌種，發芽率為 55%。雖然播種於京都培養基的 *Paph. primulinum* 種子發育速度較接種蘭菌的種子快，但種子發育不整齊(圖 1)，且發芽率偏低，而接種蘭菌的種子皆發育到 stage 2，發芽率整齊，但原球體只停留於 stage 2，不再繼續發育(圖 1)。

三、光週期對芭菲爾鞋蘭種子發芽率之影響

Paph. delenatii 與 *Paph. malipoense*×*delenatii* 種子於播種 16 wks 後，培養於 0/24 h

L/D 光週期下的發芽率(stage 2)分別為 72%與 34%(圖 2A 及圖 2B)，並與其他處理(24/0 h L/D, 16/8 h L/D)有顯著性差異。但這 2 個品種及所有的處理皆沒有進一步發育到 stage 3，其種子僅發育至 stage 2。

四、京都培養基的蔗糖濃度對芭菲爾鞋蘭種子發芽率之影響

Paph. delenatii 種子播種於京都培養基 16 wks 後(圖 3)，不論是否有接種蘭菌，所有處理均有 80%以上的發芽率，所有接種 Pdel-2 菌種處理的發芽率均顯著高於無接種 Pdel-2 菌種之發芽率，培養基 30 g l⁻¹ 蔗糖且無接種之處理，發芽率最低，發芽率為 80%，其中有 50% 的種子僅發育至 stage 2。有接種 Pdel-2 菌種之處理發芽率均達 90%以上。隨著培養基內蔗糖濃度的減少，發育至 stage 4 的種子越多，但播種於含 5 g l⁻¹ 蔗糖的種子，發育到 stage 4 有減少的現象。含 10 g l⁻¹ 蔗糖的京都培養基並接種 Pdel-2 菌種之處理發芽率最高達，有 97%發芽率，且原球體發育最快，其中有 78%的種子發育到 stage 4。各處理間發育至 stage 5 的種子無顯著性差異，且發芽率皆少於 2%。

表 2. 接種 8 株絲核菌對 5 種芭菲爾鞋蘭種子發芽率之影響

Table 2. Effects of eight orchid mycorrhizal fungi on percent seed germination of *Paphiopedilum* cultured on oat meal agar after symbiotic *in vitro* culture.

Isolate / Medium	Seed germination percentage (%)			
	<i>Paph.</i> <i>wardii</i>	<i>Paph.</i> Maudiae Type	<i>Paph.</i> <i>primulinum</i>	<i>Paph. malipoense</i> × <i>delenatii</i>
No fungi /Hyponex	20.0±1.7 d ^z	---	56.0±2.7 d	20.3±0.6 e
No fungi /OMA	2.6±0.8 e	0.6±0.4 g	0.0±0.0 e	2.7±0.4 f
Pwar-1 /OMA	39.6±1.5 bc	59.8±4.1 a	89.6±0.9 a	44.8±2.3 c
Peme-1 /OMA	57.9±3.4 a	13.7±2.6 fe	90.0±1.3 a	3.1±0.5 f
Ppri-1 /OMA	36.3±2.6 c	35.7±5.1 c	78.1±1.7 bc	55.0±4.6 b
Phen-1 /OMA	48.3±5.6 ab	23.8±1.1 de	89.1±0.8 a	66.1±1.8 a
Phel-1 /OMA	51.5±4.0 a	27.9±2.3 dc	74.2±9.1 c	47.4±5.9 bc
Pmic-1 /OMA	56.2±1.8 a	46.1±7.4 b	85.9±4.5 ab	28.9±1.5 d
Pdel-1 /OMA	56.2±7.9 a	8.8±2.9 g	0.7±0.5 e	46.8±3.4 bc
Pdel-2 /OMA	53.5±3.8 a	16.4±3.9 fe	3.2±0.9 e	35.2±3.5 d

^z Means with the same letter are not significantly different within germination by Duncan's multiple range test at 5% level.

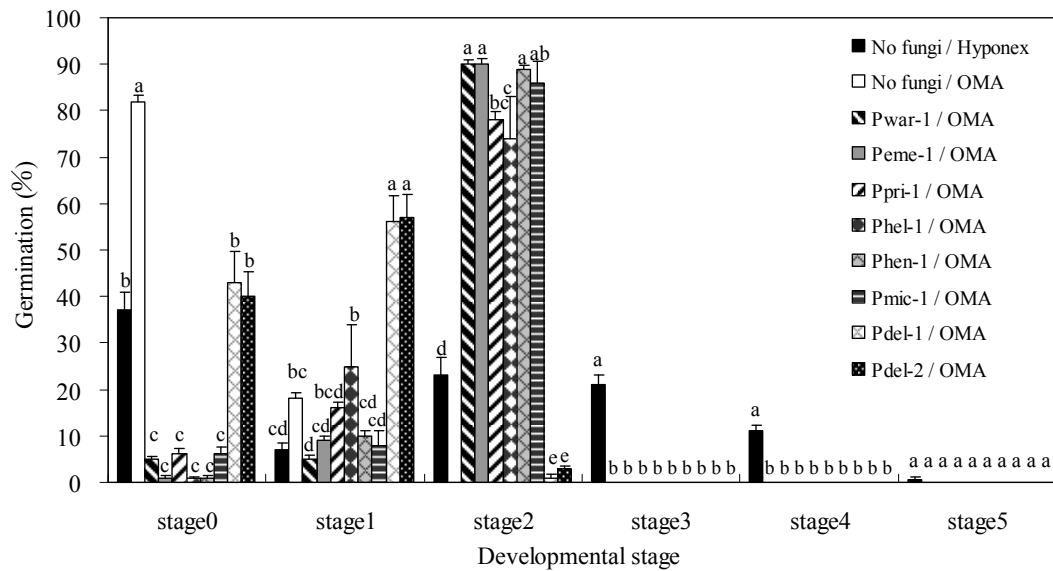


圖 1. 絲核菌對 *Paph. primulinum* 種子瓶內共生發芽之影響

Fig. 1. Effect of eight *Rhizoctonia* fungi on percent seed germination of *Paph. primulinum* cultured on oat meal agar after 8 weeks symbiotic *in vitro* culture.

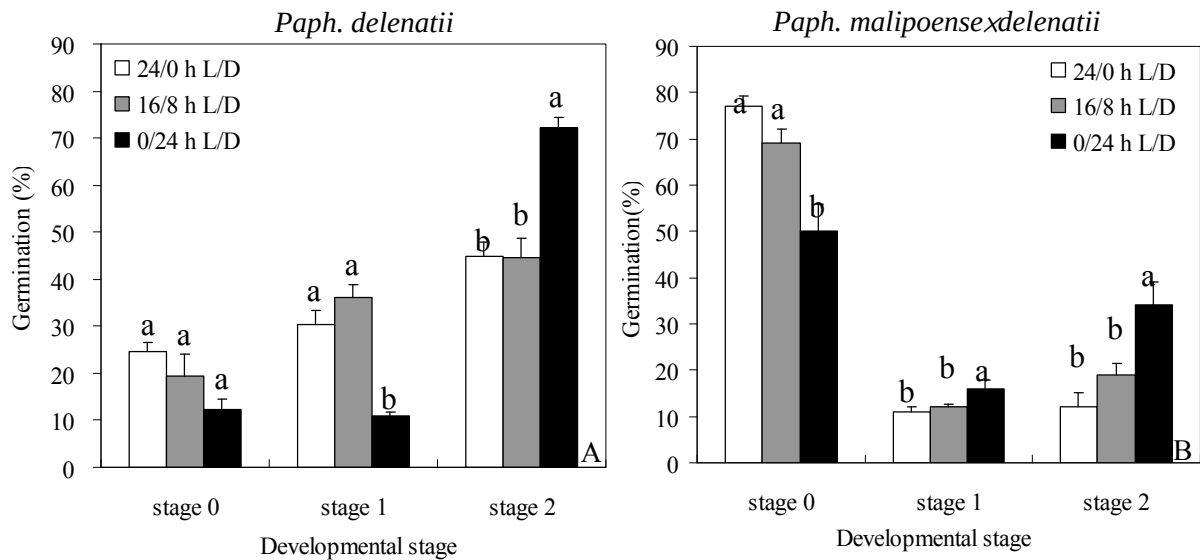


圖 2. 光週期對 *Paph. delenatii* 與 *Paph. malipoense x delenatii* 種子發芽率之影響

Fig. 2. Photoperiodic effects (0/24 h, 16/8 h, 24/0 h L/D) on symbiotic seed germination and protocorm development of *Paph. delenatii* and *Paph. malipoense x delenatii* cultured on oat meal agar with fungal mycobiont Pdel-2 after 16 weeks.

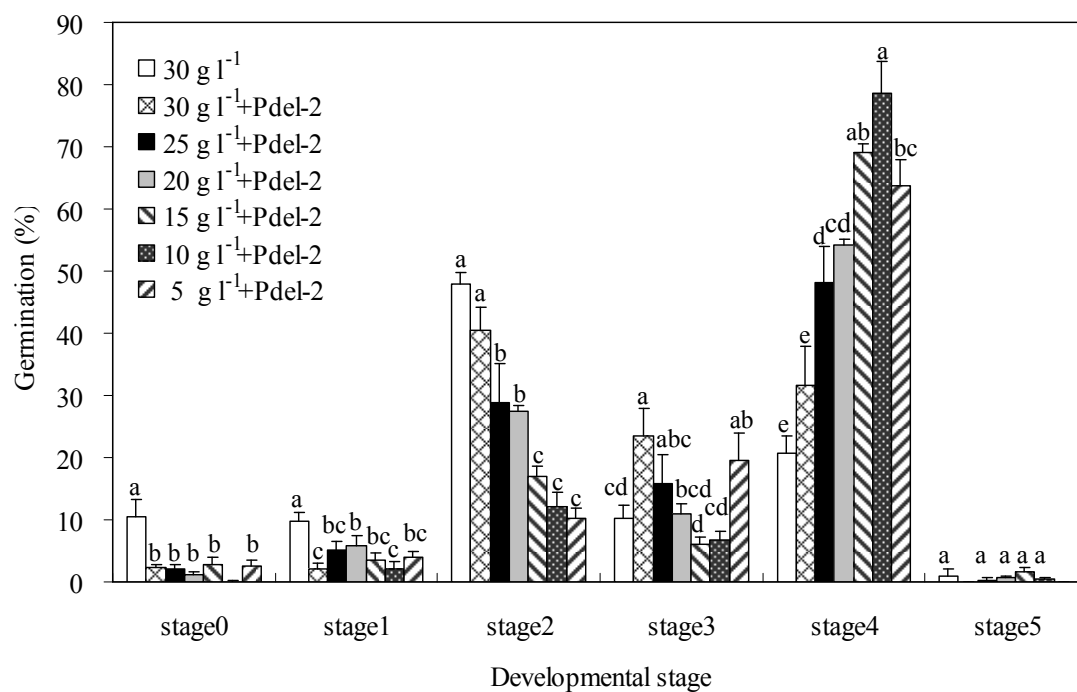


圖 3、京都培養基的蔗糖濃度對 *Paph. delenatii* 種子發芽率之影響

Fig. 3. Effect of sucrose concentration on symbiotic seed germination of *Paph. delenatii* cultured on Hyponex medium with fungal mycobiont Pdel-2 after 16 week.

討 論

由不同菌種對芭菲爾鞋蘭種子發芽率之影響的實驗結果觀察到，促進每種芭菲爾鞋蘭有最高的發芽率的真菌皆不相同，而且芭菲爾鞋蘭種子接種非同種芭菲爾鞋蘭根部分離出的真菌，發芽率高於接種自同種芭菲爾鞋蘭根部分離的真菌。從植物與真菌間的專一性來探討，本實驗結果推測芭菲爾鞋蘭與真菌間不具專一性。曾有報告指出蘭根內的真菌會因為環境劇烈變化，而改變蘭根內的真菌才得以適應環境的改變，例如乾旱(McCormick *et al.*, 2006)。而本實驗中，接種同種芭菲爾鞋蘭根部分離的真菌不能有效促進同種芭菲爾鞋蘭發芽可能是這些從芭菲爾鞋蘭的成株根部分離出的真菌已不是當初促進本種芭菲爾鞋蘭種子發芽的真菌，故才導致從同種芭菲爾鞋蘭根部所分離的真菌不能促進同種芭菲爾蘭的種子發芽。

實驗中所接種的芭菲爾鞋蘭種子只發育到 stage2，即使之後再繼續觀察種子也無任何進一步的發育。Johnson 等(2007)也觀察到接種自同種蘭根分離出真菌之芋蘭種子(*Eulophia alta*)，共培養 11 週後，原球體即停止發育，而且還形成壞疽。Stewart 與 Kane (2006)將玉鳳蘭種子(*Habenaria macroceratitis*)接種自同種蘭根分離出的真菌，原球體也只發育到

stage2, 推測可能是因為 OMA 培養基內缺少養分而導致蘭菌無法提供養分給原球體利用, 使得原球體停止發育。而播種於京都培養基內的芭菲爾鞋蘭種子, 雖有些原球體發育速度較快, 可發育至 stage 3 或 stage 4, 但發芽不整齊, 且發芽率較接種蘭菌處理低, 原因可能是同一蒴果內的胚發育階段不一所導致。雖然接種蘭菌的芭菲爾鞋蘭種子只發育到 stage 2, 但若接種適合的蘭菌處理芭菲爾鞋蘭卻有較高的發芽率, 顯示蘭菌有助於使不同成熟度的種子發芽整齊, 這是無菌播種無法達到的效果, 也是蘭菌可應用於芭菲爾鞋蘭種苗生產的價值, 或許後續研究可探討提早採收芭菲爾鞋蘭蒴果再進行共生發芽是否有助於未成熟的種子發芽。不過當芭菲爾鞋蘭原球體發育至 stage2 後, 應將原球體移植至富含養分的培養基及有光的環境(Stewart and Zettler, 2002; Johnson *et al.*, 2007), 使原球體有繼續發育, 並提高共生發芽的效率。

Stewart 與 Kane (2006)也曾發表地生蘭 *Habenaria macroceratitis* 的種子於 0/24 h L/D 的光週期環境的共生發芽率高於 24/0 h L/D 與 16/8 h L/D 光週期, 多數的原球體發育較快(stage2), 與實驗結果相同。本研究中 *Paph. delenatii* 與 *Paph. malipoense*×*delenatii* 的種子在 0/24 h L/D 的光週期環境下發芽率最高、原球體的發育速度最快(圖 2), 這可能與地生蘭生活史有關係。因芭菲爾鞋蘭為地生蘭, 在野生的環境下, 地生蘭在裂果後隨著風飄落於土壤表面, 又因為具有疏水性的種皮, 故短暫曝露於陽光下, 最後於無光的土壤內藉由真菌的感染進而發芽(Rasmussen and Rasmussen, 1991)。

含 10 g l⁻¹ 蔗糖的京都培養基發芽率較對照組(30 g l⁻¹ 蔗糖)的發芽率高且發芽速度最快(圖 3), 這是培養於 OMA 培養基未曾觀察過的現象。但於京都培養基內進行共生發芽, 需注意蔗糖濃度, 若蔗糖濃度過高會使真菌生長旺盛, 而破壞真菌與原球體間的平衡關係, 導致已經發芽的種子大量死亡(Zettler *et al.*, 1999)。

參 考 文 獻

- 李晔、陳美惠。1997。拖鞋蘭之果莢成熟度和種子前處理對無菌發芽之影響。園藝種苗科技研究成果發表會專集。農林廳種苗場編印。p. 630-644。
- 李勇毅、李晔。2001。果實成熟度、培養基組成分與液體培養對芭菲爾鞋蘭屬之 *Paphiopedilum primulinum* 種子發芽之影響。中國園藝。47:147-156。
- 林佑東。2005。蘭菌生產及對嘉德利亞蘭生育之影響。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。台中。
- 林秋芬。2002。蘭菌對石斛蘭種子發芽與幼苗生長之影響。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。台中。
- 周玲勤、張喜寧。2003。台灣金線蓮之無菌播種與共生發芽。中國園藝。50:197-202。
- 廖玉珠、陳駿季。2007。仙履蘭之無菌播種技術。種苗科技專訊。57:2-7。

- 劉黃碧圓。1995。芭菲爾鞋蘭無菌播種之研究。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。台中。
- 蔡瑜卿。2006。我國拖鞋蘭培植場登記制度及拖鞋蘭種苗出口現況。農業世界。280:58-62。
- 蕭元川。2002。拖鞋蘭種苗產業現況及問題。植物種苗。4:51-54。
- Beyrle, H. F., S. E. Smith, R. L. Peterson, and C. M. M. Franco. 1995. Colonization of *Orchis morio* protocorms by a mycorrhizal fungus: effects of nitrogen nutrition and glyphosate in modifying the responses. *Can. J. Bot.* 73:1128-1140.
- Clements, M. A., H. Muir, and P. J. Cribb. 1986. A preliminary report on the symbiotic germination of European terrestrial orchid. *Kew Bull.* 41:437-445.
- Johnson, T. R., S. L. Stewart, D. Dutra, M. E. Kane, and L. Richardson. 2007. Asymbiotic and symbiotic seed germination of *Eulophia alta* (Orchidaceae)-preliminary evidence for the symbiotic culture advantage. *Plant Cell, Tiss. Organ. Cult.* 90:313-323.
- Ma, M., T. K. Tan, and S. M. Wong. 2003. Identification and molecular phylogeny of *Epulorhiza* isolates from tropical orchids. *Mycol. Res.* 107: 1041-1049.
- McCormick, M. K., D. F. Whigham, D. Splan, K. O'malley, and B. Hodgkinson. 2006. Orchid-fungus fidelity: a marriage meant to last? *Ecology* 87: 903-911.
- Pereira, O. L., C. L. Rollemberg, A. C. Borges, K. Matsuoka, and M. C. M. Kasuya. 2003. *Epulorhiza epiphytica* sp. nov. isolated from mycorrhizal roots of epiphytic orchid in Brazil. *Mycoscience* 44:153-155.
- Pereira, O. L., M. C. M. Kasuya, A. C. Borges, and E. F. de Araujo. 2005. Morphological and molecular characterization of mycorrhizal fungi isolated from neotropical orchids in Brazil. *Can. J. Bot.* 83:54-65.
- Perkins, A. J., G. Masuhara, and P. A. McGee. 1995. Specificity of the associations between *Microtis parviflora* (Orchidaceae) and its Mycorrhizal fungi. *Aust. J. Bot.* 43:85-91.
- Pierik, R. L. M., P. A. Spremkles, B. Van der Harst, and Q. G. Van der Meys. 1988. Seed germination and further development of plantlets of *Paphiopedilum ciliolare* Pfitz. *in vitro*. *Scientia Hort.* 34:139-153.
- Stewart, S. L. and M. E. Kane. 2007. Symbiotic seed germination and evidence for *in vitro* mycobiont specificity in *Spiranthes brevilabris* (Orchidaceae) and its implication for species-level conservation. *In Vitro Cell. Dev. Biol.-Plant* 43:178-186.
- Stewart, S. L. and M. E. Kane. 2006. Symbiotic seed germination of *Habenaria macroceratitis* (Orchidaceae), a rare Florida terrestrial orchid. *Plant Cell, Tiss. Organ. Cult.* 86:159-167.
- Stewart, S. L. and W. Z. Lawrence. 2002. Symbiotic germination of three semi-aquatic rein orchid (*Habenaria repens*, *H. quinquiseta*, *H. macroceratitis*) from Florida. *Aquatic Botany* 72:25-35.

- Stimart, D. P. and P. D. Ascher. 1981. *In vitro* germination of *Paphiopedilum* seed on a completely defined medium. *Scientia Hort.* 149:165-170.
- Zettler, L. W., J. C. Burkhead, and J. A. Marshall. 1999. Use of mycorrhizal fungus from *Epidendrum conopseum* to germinate of *Encyclia tampensis* *in vitro*. *Lindleyana* 14:102-105.

Symbiotic Seed Germination of *Paphiopedilum* with *Rhizoctonia* Spp.

Chia-Hua Chen ¹⁾ Tsai-Tih Wang ²⁾

Key words : Orchid mycorrhizal fungi, *Paphiopedilum*, Seed germination, *Rhizoctonia* spp.

Summary

In this study, 8 orchid mycorrhizal fungal strains were isolated from roots of 7 different species *Paphiopedilum*, Pwar-1, Peme-1, Ppri-1, Phen-1, Phel-1, Pdel-1, Pdel-2 and Pmic-1. There isolated fungi belong to the genus *Rhizoctonia*. The effects of 8 mycorrhizal fungi (Pwar-1, Peme-1, Ppri-1, Phen-1, Phel-1, Pdel-1, Pdel-2 and Pmic-1), three photoperiod treatments(0/24 h, 16/8 h, 24/0 h L/D), sucrose concentration on Hyponex medium (5 g l⁻¹, 10 g l⁻¹, 15 g l⁻¹, 20 g l⁻¹, 25 g l⁻¹, 30 g l⁻¹) on symbiotic germination of *Paphiopedilum*. No matter what kind of species, seeds germination percentage of *Paphiopedilum* cultured on the OMA medium with *Rhizoctonia* spp. is higher than sowed seeds to the Hyponex medium, and sows seeds to the Hyponex medium seed partial seeds growth quicker but germination not uniform. Although germination high on OMA medium, protocorm actually only develop to stage2. The inoculum block size and timing of inoculation were not dominant different within symbiotic germination of *Paphiopedilum*, but inoculation time later germination percentage is lower. The Hyponex medium contains 10 g l⁻¹ sucrose with Pdel-2 isolate have 97% germination percentage, including 78% seed growth to stage4.

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

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

栽培介質理化性之變化對蝴蝶蘭營養生長之影響

伊 藤 真 廣¹⁾ 林 瑞 松²⁾

關鍵字：蝴蝶蘭、介質、水苔、理化性

摘要：本研究主要探討水苔、科技土、水苔與樹皮混合及樹皮這四種栽培介質栽培過程之中介質物理性及酸鹼度變化之影響。水苔、科技土、水苔樹皮混合及樹皮介質之容器含水量為水苔較高，混合介質次之，樹皮較低；反而充氣孔隙度為樹皮較高，科技土次之，水苔為明顯較低；總孔隙度為水苔較高，樹皮為較低。帶水苔 8 cm 盆換為 12 cm 盆填入各 4 種介質之後樹皮呈現較大的物理性變化，而科技土、混合介質次之。栽培 8 個月後水苔和科技土介質的物理性不易變化，樹皮栽培的容器含水量隨著栽培天數增加而稍增加之趨勢。水苔、科技土、混合和樹皮介質之 pH 值皆屬酸性介質。植株 8 個月栽培期間隨著栽培天數增加，介質 pH 值略呈下降之趨勢，且此之間水苔的 pH 值較低。8 個月栽培之間各介質處理之 EC 值變化無明顯差異或略呈上升，但水苔、科技土及混合介質皆於栽培 1 個月後呈現劇烈變化。並且樹皮的 EC 值在 8 個月栽培之間較穩定為 0.05-0.08 mS/cm。蝴蝶蘭在水苔、科技土及混合介質處理之間皆呈現良好的生育。因此本研究指出科技土或水苔樹皮混合介質可代替水苔介質。其中考慮對植株之根團結構性，水苔與樹皮混合介質表現較佳。

前 言

台灣蝴蝶蘭主要栽培介質為水苔(sphagnum moss)，水苔保水性佳、通氣性良好及保肥效果佳，但具 pH 值偏低等現象(Kubota *et al.*, 1993)。不同產地之水苔的化學及物理特性不同，目前有紐西蘭、智利及中國大陸產的水苔，台灣業者多採用智利和中國大陸產之水苔，雖然紐西蘭產水苔的品質較佳，但因價格較高所以使用頻率較少。近年來因過度開採導致產量減少、成本提高以及品質不甚穩定而影響蝴蝶蘭之生產品質(張等，2006)。

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

蝴蝶蘭栽培比其他的盆花栽培較久，此期間可能發生介質化學性和物理性等變化。Batchelor(1981)認為水分 pH 值能影響養分之有效性，因此需隨時注意而加以調整。適合蘭株生長 pH 值範圍在 5-5.6，而雨水之 pH 值為 5.3，因此雨水比地下水更適合蘭花生長(Wilcock, 1973)。陳(2001)、Wang(1996)及 Cui 等(2004)皆指出，隨著種植時間增長及肥料濃度的增加，介質之 pH 值呈下降趨勢，但陳(2001)試驗結果指出，介質 pH 值雖低，卻不影響植株對肥料的吸收，亦不會使根尖受損及褐化，認為蝴蝶蘭可忍受相當酸的介質。另外 Wang(1998)試驗指出，將澆灌水 EC 值調至 1.4 mS/cm 時，呈現落葉數增加、葉片變小且薄、鮮重下降及根部乾枯死亡之情形。

本研究主要探討紐西蘭水苔(sphagnum moss)、科技土(granulate sponge)、水苔與樹皮混合(fine bark in to sphagnum moss)(體積比 6 : 4)及樹皮(fine bark , #4)這四項栽培介質對蝴蝶蘭生長之影響並探討不同介質栽培過程中介質酸化及物理性之變化。

材 料 與 方 法

一、植物材料及栽培方式

本試驗之蝴蝶蘭植株，購自一心生物科技公司(嘉義縣大林鎮)，試驗紅花系品種 *Phalaenopsis Luchia* Pink 'KHM-1078' 的植株在 2007 年 5 月 5 日由 8 cm 盆換至 12 cm 透明塑膠盆，並先除去原有水苔介質，再以不同介質種至 12 cm 盆。植株栽培為經 8 個月之營養生長期間。植株於夏季平均每七天澆水一次，冬季平均每十天澆水一次，澆灌水為 3000 倍的可溶性肥料 Peters 20-20-20 (Scotts Fertilizer, Marysville, OH, USA)之溶液。

二、介質材料及前處理

使用材料為以下 4 種介質紐西蘭水苔以 CK 表示，科技土以 GS 表示，水苔與樹皮混合以 BM 表示，紐西蘭樹皮以 FB 表示(圖 1)。填入 12 cm 盆的水苔含量為 35 ± 3.5 g、科技土為 75 ± 5.2 g、水苔與樹皮混合介質為 75 ± 5.3 g 及樹皮為 105 ± 8.1 g。前處理方式為介質先以自來水充分浸泡使充分吸水後，再用雙手緊握瀝出後再經一天通風陰乾呈濕潤柔軟狀態備用。

三、調查項目與方法

(一) 介質理化性調查

1. 不同介質種植前之物理性調查

參考 Bragg(1988)使用的方法，將介質填充於 12 cm 透明塑膠盆，經底部吸水，確定水位足以高過介質，以水浴方式保持介質充水 3 小時後取出秤重，測得重量為 W1。將透明塑膠盆以保鮮膜覆蓋，靜置一天後秤重，測得重量為 W2。而後將介質放入 80℃ 烘箱烘乾 72 小時後，取出秤重，測得重量為 W3，詳細換算如下：充氣孔隙度(air-filled porosity, AFP)= $\{(W1 - W2)(g) / \text{介質體積}(ml)\} \times 100\%$ 、容器含水量(container capacity, CC)= $\{(W2$

$-\text{W3}(\text{g})/\text{介質體積}(\text{ml})\} \times 100\%$ 、總孔隙度(total porosity, TP)=AFP-CC。每處理 3 重覆，每重覆 4 盆。

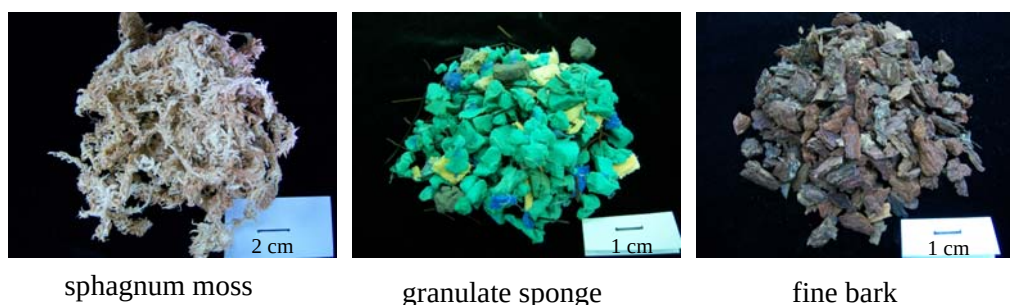


圖 1. 蝴蝶蘭栽培介質之外觀。

Fig. 1. Pictures of growing *Phalaenopsis* medium.

2. 不同介質種植後之物理性變化

將蝴蝶蘭地上部齊根剪去，並將盆及介質如前述浸入蒸餾水之盆中，浸濕的高度與盆及介質表面齊。AFP、CC 及 TP 的測量方法同前節所述。

3. 不同介質之總體密度(bulk density, BD)

修改 Bragg(1988)使用的方法，總體密度是烘乾的介質重與其體積之比。每處理 3 重覆，每重覆 4 株。

4. 介質酸化調查

(1) 不同介質種植前之 pH 值與 EC 值調查

將介質通風乾燥後，取每盆固定重量之介質，加適量之去離子水，以介質重量：去離子水=3：100，經浸泡 24 小時後，以 pH meter(IQ150, USA)及 EC meter(WET-UM-v1.3, WET-2, U.K)測定 pH 值與 EC 值(羅與王，2000)。每處理 4 重覆，每重覆 4 盆。

(2) 不同介質種植後之介質 pH 值與 EC 值變化

由植株移植至抽梗期間，每個月調查介質 pH 及 EC 值變化。盆苗介質於澆水三天後取出通風乾燥後，測量方法同前節所述。每處理 3 重覆，每重覆 4 盆。

5. 栽培介質對植株營養生長之研究

(1) 地上下部新鮮重與乾燥重

地上與地下部鮮乾重(g)：將植株地上部與地下部切離，秤其部位重量。裝入牛皮紙袋中，置於 70°C 之通風烘箱 72 小時後稱乾物重。每處理 4 重覆，每重覆 4 株。

(2) 葉綠素含量

取第 2 片葉之中段 0.2 g，以 10 ml 含 80% 丙酮與 20% 甲醇之溶液，於黑暗下萃取約 24 小時，直至組織完全呈白色，然後以光電比色計(Hitachi, U-2001, Japan)分別於 645 nm、652 nm 及 663 nm 下測定吸收值。每處理 4 重覆，每重覆 4 株。

結 果

一、不同介質之理化性調查

(一) 不同介質種植前之物理性

於 2007 年 5 月換盆前以 12 cm 盆測定水苔(CK)、科技土(GS)、水苔樹皮混合(BM)和樹皮(FB)介質之 pH、EC 及物理性，結果顯示 CK、GS、BM 及 FB 介質本身的 pH 值分別為 4.91、5.64、4.87 及 4.89，EC 值分別為 0.14、0.05、0.08 及 0.06 mS/cm (表 1)。總體密度(bulk density, BD)分別為 0.027、0.043、0.105 和 0.263 g/cm³；充氣孔隙度(air-filled porosity, AFP)為 16.71、45.37、18.44 和 51.84%；容器容水量(container capacity, CC)為 75.89、40.20、67.55 和 23.73%及總孔隙度(total porosity, TP)為 92.60、85.57、85.99 和 75.57% (表 2)。各介質之 pH 值皆呈現酸性，以 GS 的 pH 值較高，其他介質間差異不大。

表 1. 水苔、科技土、混合介質及樹皮種植前之理化性測定。

Table 1. Chemical properties sphagnum moss, granulate sponge, fine bark in to sphagnum moss and fine bark before planting.

Medium ^z	pH	EC(mS·cm ⁻¹)
CK	4.91 ± 0.07 b ^y	0.14 ± 0.00 a
GS	5.64 ± 0.02 a	0.05 ± 0.02 b
BM	4.87 ± 0.01 b	0.08 ± 0.02 b
FB	4.89 ± 0.03 b	0.06 ± 0.02 b

^z : CK: sphagnum moss imported from New Zealand , FB : fine bark #4, BM: fine bark in to sphagnum moss, CK : FB=6 : 4, GS, granulate sponge.

^y : within columns by different lowercase letters were significantly different by Duncan's multiple range test, 5% level.

(二) 不同介質種植後之物理性變化

水苔物理性變化方面，植株初抵達溫室時，AFP、CC 及 TP 含量分別為 14.3%、83.0%及 97.3%，換盆前以 12 cm 盆測定 CK 的 AFP、CC 及 TP 分別為 16.7%、75.9%及 92.6%為各含量皆無明顯變動。‘KHM-1078’植株栽培 2 個月時 CK 介質之 AFP、CC 及 TP 含量分別為 11.4%、74.1%及 85.5%，栽培第 8 個月時分別為 11.5%、76.8%及 88.3%。8 個月栽培期間此介質無顯著差異(圖 A)。科技土物理性變化方面，植株換至 GS 介質前，先以 12 cm 盆測定 GS 介質之 AFP、CC 及 TP 分別為 45.4%、40.2%及 85.6%。植株栽培第 2 個月時 AFP、CC 及 TP 含量分別為 36.9%、54.2%及 91.1%，栽培第 8 個月時分別為

35.3%、55.3%及 90.6%，8 個月栽培期間 GS 物理性無明顯變動(圖 B)。水苔與樹皮混合介質物理性變化方面，植株換至 BM 前，先以 12 cm 盆測定 BM 栽培介質之 AFP、CC 及 TP 分別為 18.4、67.6 及 86.0%。植株換盆至 BM 介質栽培第 2 個月時，AFP 增加 4.13%、CC 和 TP 分別降低 15.47%及 11.34%，各含量變動不明顯(圖 C)。樹皮物理性變化方面，植株換至 FB 介質前，先以 12 cm 盆測定 FB 栽培介質之 AFP、CC 及 TP 分別為 58.1、27.7 及 75.6%，此介質的 AFP 明顯高於其他介質(圖 D)。植株在栽培 2 個月時 AFP 增加 37.5%、CC 和 TP 降低 59.3%及 21.8%，各含量明顯變動。

表 2. 水苔、科技土、混合介質及樹皮種植前之物理性測定。

Table 2. Physical properties sphagnum moss, granulate sponge, fine bark in to sphagnum moss and fine bark before planting.

Medium ^z	bulk density (g·cm ⁻³)	air-filled porosity(%)	container capacity(%)	total porosity (%)
CK	0.027 ± 0.002 c ^y	16.71 ± 2.1 c	75.89 ± 1.4 a	92.60 ± 0.7 a
GS	0.043 ± 0.003 c	45.37 ± 8.1 a	40.20 ± 5.5 c	85.57 ± 7.3 b
BM	0.105 ± 0.002 b	18.44 ± 1.0 b	67.55 ± 0.7 b	85.99 ± 0.5 a
FB	0.263 ± 0.023 a	51.84 ± 3.8 a	23.73 ± 1.7 d	75.57 ± 2.3 c

^z : CK: sphagnum moss imported from New Zealand , FB : fine bark #4, BM: fine bark in to sphagnum moss, CK : FB=6 : 4, GS, granulate sponge.

^y : within columns by different lowercase letters were significantly different by Duncan's multiple range test, 5% level.

(三) 不同介質種植前後之總體密度變化

帶水苔蝴蝶蘭‘KHM-1078’試驗品种植株抵達溫室時原介質總體密度為 0.01 g/cm³。此試驗品种植株換盆至各介質前，先以 12 cm 盆測定 CK、GS、BM 和 FB 介質之總體密度分別為 0.03、0.06、0.07 及 0.21 g/cm³，FB 的總體密度明顯大於其他介質(圖)。植株栽培第 2 個月時，各處理的總體密度分別為 CK 0.04、GS 0.04、BM 0.05 及 FB 0.37 g/cm³。8 個月栽培期間 CK、GS 和 BM 處理間沒有明顯變化，但 FB 栽培介質的總體密度隨著栽培時間增加而減少(圖)。

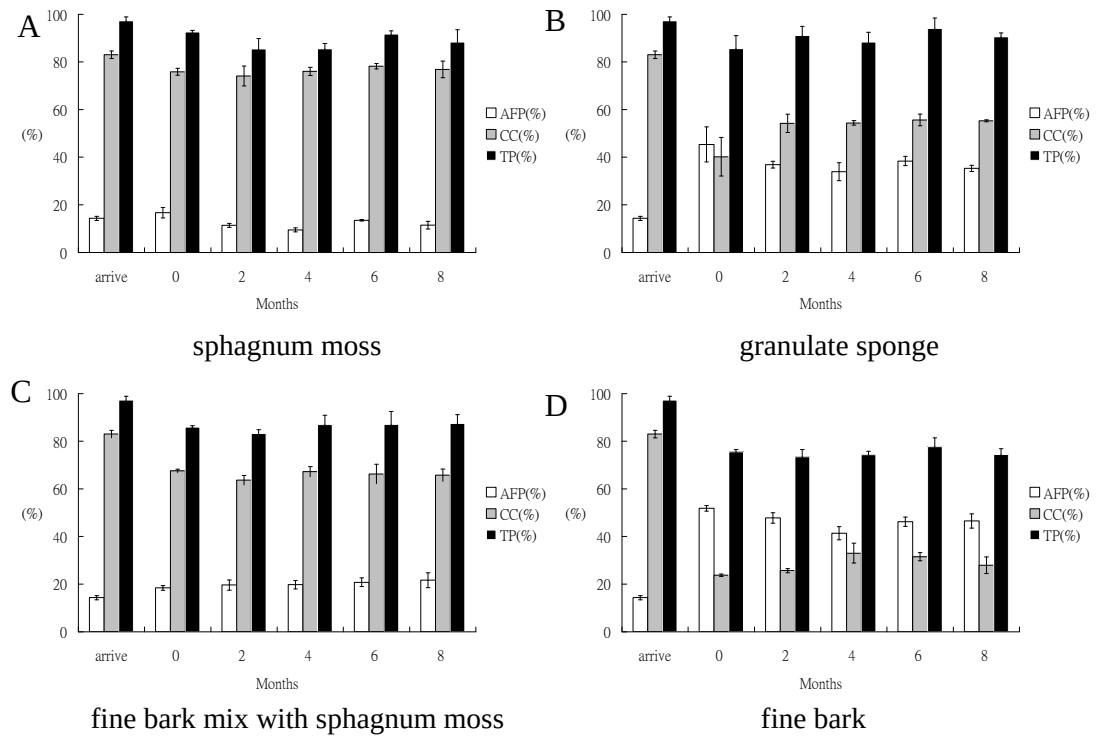


圖 1. 蝴蝶蘭‘KHM-1078’栽培介質 8 個月間介質之物理性變化。

Fig. 1. Change of physical properties of (A)sphagnum moss; (B)granulate sponge; (C)fine bark mix with sphagnum moss; (D)fine bark during 8 months of culturing ‘KHM-1078’.

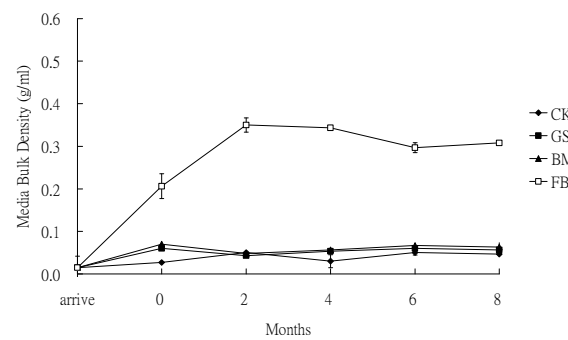


圖 2. 栽培介質對蝴蝶蘭‘KHM-1078’8 個月後介質總體密度之影響。

Fig. 2. Effect medium bulk density on ‘KHM-1078’ medium after culturing for 8 month.

(四) 不同介質種植後之介質酸化調查

1. 不同介質種植後之介質 pH 值變化

帶水苔之蝴蝶蘭植株抵達溫室時‘KHM-1078’原介質之 pH 值為 3.59(圖)。植株換盆至各介質前，先以 12 cm 盆測定 CK、GS、BM 和 FB 介質本身之 pH 值分別為 4.91、5.64、4.89 及 4.87(圖)。此試驗品種 CK 處理組在換盆栽培第 1 個月時 pH 值變化幅度較大，其介質 pH 值為 4.10(圖)。此試驗品種 GS 處理組於栽培第 3 個月時 pH 值變化幅度較大，其 pH 值為 4.41(圖)。此試驗品種的 BM 介質之 pH 值皆隨著栽培時間增加而下降，並於換盆栽培第 8 個月時‘KHM-1078’之 pH 值下降至 3.54(圖)。FB 介質在 8 個月栽培期間無明顯的 pH 值變化(圖)。

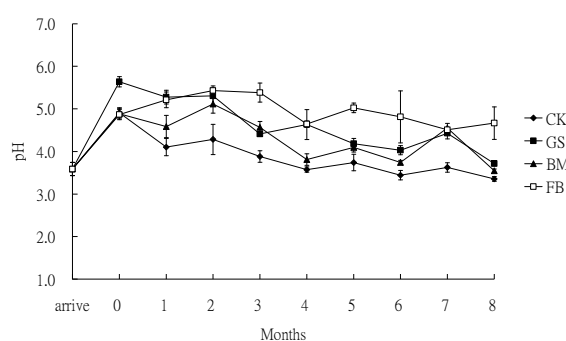


圖 3. 栽培介質對蝴蝶蘭‘KHM-1078’8 個月後介質 pH 值之影響。

Fig. 3. Effect medium pH on ‘KHM-1078’ medium after culturing for 8 month.

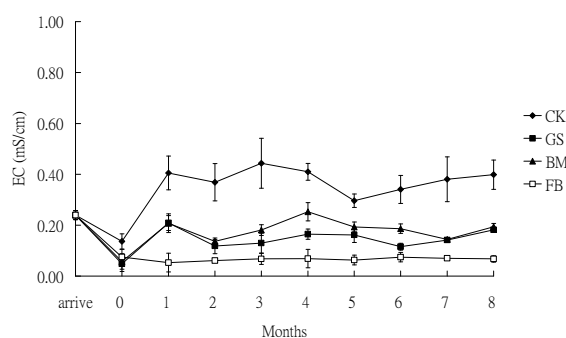


圖 4. 栽培介質對蝴蝶蘭‘KHM-1078’8 個月後介質 EC 值之影響。

Fig. 4. Effect medium EC value on ‘KHM-1078’ medium after culturing for 8 month.

2. 不同介質種植後之介質 EC 值變化

帶水苔蝴蝶蘭植株抵達溫室時，植株介質 EC 值為 0.24 mS/cm。此蝴蝶蘭試驗品種植株換至各介質前，先以 12 cm 盆測定 CK、GS、BM 和 FB 介質之 EC 值分別為 0.14、0.05、0.06 及 0.08 mS/cm。換盆栽培第 1 個月時，除 FB 處理之外其他處理組 EC 值皆上升(圖)。栽培第 3 個月時，植株栽培的水苔 EC 值分別高達 0.44 mS/cm(圖)。FB 栽培介質之 EC 值相對較低且 8 個月栽培期間沒有明顯變化(圖)。

(五) 栽培介質對植株營養生長之研究

1. 葉片鮮重與乾重變化調查

蝴蝶‘KHM-1078’試驗品種植株栽培第 2 個月時葉片鮮重在各處理統計上沒有明顯差異。植株栽培 4 個月後，GS 處理之葉片鮮重高達 105.5 g，CK 及 BM 其次，FB 栽培植株為較輕 70.5 g(圖 A)。葉片鮮重與乾重的呈現相同趨勢，植株在 CK、GS 及 BM 處理間於統計上無顯著差異(圖 B)。此試驗品種植株栽培第 8 個月時，FB 栽培植株之葉片乾重較其他處理組低(圖 B)。

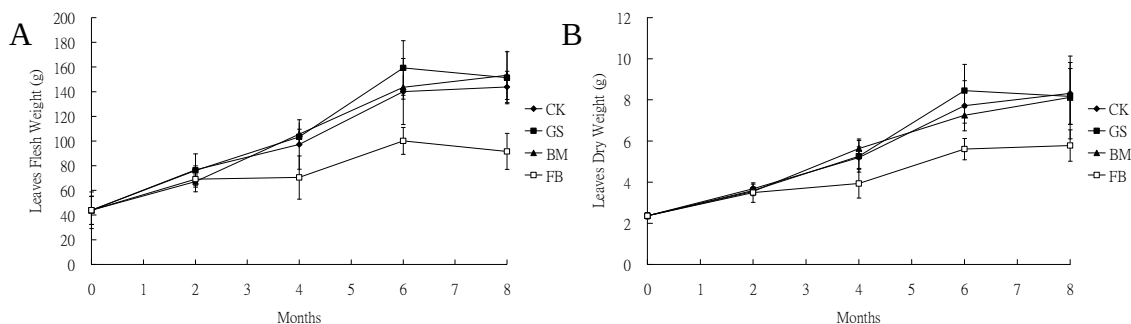


圖 5. 栽培介質對蝴蝶蘭‘KHM-1078’8 個月後葉片鮮重與乾重之影響。

Fig. 5. Effect medium on fresh and dry weight of ‘KHM-1078’ leaves after culturing for 8 month.

2. 根部鮮重與乾重之變化

蝴蝶蘭‘KHM-1078’試驗品種植株於最初栽培期間在各處理間無明顯差異(圖 A)。「KHM-1078」植株栽培第 8 個月時，以 BM 及 GS 處理組的鮮重表現較佳分別為 118.4 及 115.3 g，FB 處理較輕為 78.8 g(圖 A)。在各處理之根部鮮重皆隨著栽培天數增加而增加，且各處理間差異不大。在根部乾重方面，植株在不同介質處理統計上沒有顯著差異(圖 B)。各處理之根部乾重皆隨著栽培天數增加而增加，且各處理間差異不大(圖 B)。

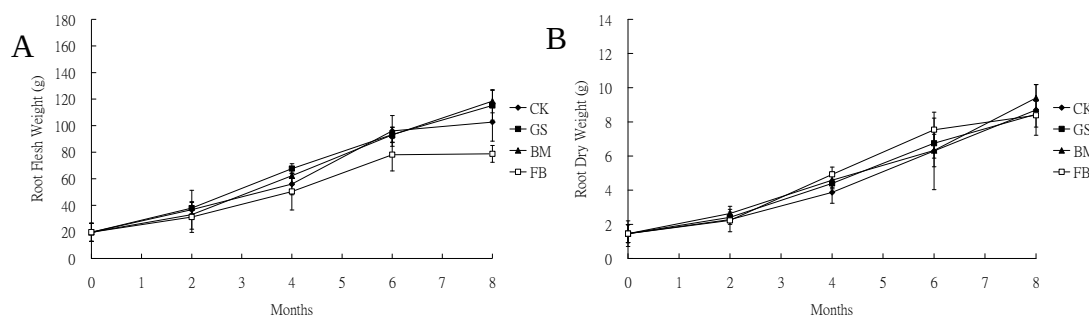


圖 6. 栽培介質對蝴蝶蘭‘KHM-1078’8 個月後根鮮重與乾重之影響。

Fig. 6. Effect medium on fresh and dry weight of ‘KHM-1078’ roots after culturing for 8 month.

3. 葉綠素含量之變化

植株抵達溫室時，葉綠素 a 含量分別為 0.33 mg/g，之後換盆至 CK、GS、BM 及 FB 介質中。植株以 CK、GS、BM 及 FB 栽培第 2 個月時其植株總葉綠素含量分別為 0.28、0.30、0.27 及 0.36 mg/g(圖)。在栽培第 8 個月各處理之葉綠素 a 含量隨著栽培天數增加而下降。葉綠素 b 方面，植株抵達溫室時，葉綠素 b 含量皆為 0.08 mg/g(圖)，再經換盆至 CK、GS、BM 及 FB 介質中。GS 和 BM 處理在栽培 2 到 4 個月期間呈現上升趨勢，之後隨著栽培時間增加而下降(圖)。8 個月栽培期間植株葉綠素 b 含量隨著栽培時間增加，各處理葉綠素含量皆呈緩慢下降之趨勢、FB 栽培植株的總葉綠素含量和葉綠素 a 含量較高，葉綠素 b 部分各處理間差異不大。

討 論

介質主要功能除支撐植株外，包含補給水分及養分以及維持根的活性。蝴蝶蘭不耐濕害，但有很強的耐乾性，因此與其他的蘭類比較，介質的通氣性是更為重要。目前許多介質，如：木炭、輕石、樹皮、椰子殼、人工水苔、岩綿、水苔、泥炭土和蛇木等皆可以利用栽培，但因介質不同其保水性和保肥力相異，亦因介質的關係，肥培管理上有較大差異。在介質需求上主要注重保水性及良好的性狀，其次維持適當的 pH 值及 EC 值。

本試驗採用水苔、科技土、水苔樹皮混合及樹皮之四種介質，於 *Phalaenopsis* Luchia Pink ‘KHM-1078’試驗品種在 8 個月栽培過程中，調查容器含水量、總孔隙度、充氣孔隙度、總體密度及介質 pH 地及 EC 值。

作物依其需要範圍，充氣孔隙度也不同，也依作物種類而異，Bugbee (1999)認為秋海棠、非洲鳳仙花和彩葉草較適合生長的充氣孔隙度範圍為 10-25%，其中 25%的生長較佳，5%以下和 33%以上不利於生長。總孔隙度不僅代表氣相與液相之總和與固相之消長，並

代表盆土受到壓縮的情況。總體密度代表種植後盆栽重量改變的情形及有機栽培介質固形物劣變的指標，重量減低愈多劣變愈快。

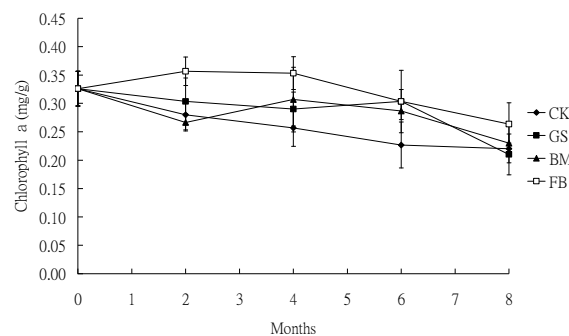


圖 7. 栽培介質對蝴蝶蘭‘KHM-1078’8 個月後葉片葉綠素 a 濃度之影響(mg/g)。

Fig. 7. Effect medium on chlorophyll a of ‘KHM-1078’ 2nd. leaves after culturing for 8 month(mg/g).

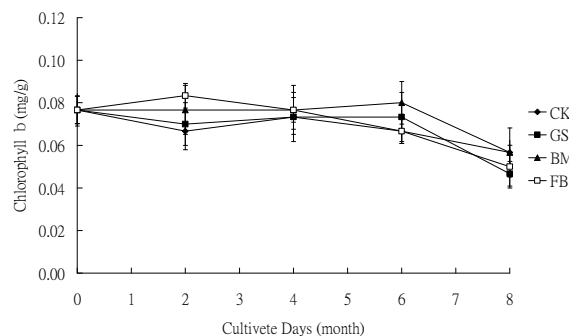


圖 8. 栽培介質對蝴蝶蘭‘KHM-1078’8 個月後葉片葉綠素 b 濃度之影響(mg/g)。

Fig. 8. Effect medium on chlorophyll b of ‘KHM-1078’ 2nd. leaves after culturing for 8 month(mg/g).

本試驗的水苔、科技土、水苔樹皮混合及樹皮之介質物理性，包括容器容水量為水苔較高，混合介質次之，樹皮較低；充氣孔隙度則樹皮較高，水苔為明顯較低；總孔隙度為水苔較高，樹皮為較低(表 1)。水苔和混合介質之比較，水苔的充氣孔隙度較低為 16.71%，混合介質較高為 18.44%，此試驗品種栽培介質之間混合介質的充氣孔隙度會略增加

(表 1)。水苔的總孔隙度相對較高為 92.60%，而且科技土和混合介質相似，但科技土和混合介質的容器含水量及充氣孔隙度含量不同。林(2006)指出，使用樹皮與泥炭土能有效取代水苔介質，其混合介質的容器含水量為 35.8%，充氣孔隙度為 23.9%及總孔隙度為 70.3%。本試驗結果指出，水苔、科技土及水苔樹皮混合介質栽培下，二試驗品種蝴蝶蘭植株生長皆良好，而且各處理間生長差異不大，因此對蝴蝶蘭生長適合的介質物理性範圍可知在容器含水量為 35.8%以上及充氣孔隙度為 45.4%以下較佳。

介質若是氣相少，擴散至根周圍的氧量會減少，且根的腐敗率會增加。水苔或岩綿在充灌水使水分停留在盆底的情況下，其氣相率為 10%以下極低(須藤，1991)。因此盆的種類與大小或介質的選定必需因應蒸發環境的灌水管理。

在使用上述不同四種介質帶水苔植株抵達溫室，換盆至 4 種介質後，樹皮呈現較大物理性的變化，而科技土、水苔樹皮混合介質次之，水苔的變化較少。8 個月栽培期間，其物理性之表現不同，例如：蝴蝶蘭‘KHM-1078’經 8 個月栽培期間水苔及科技土的物理性無明顯變化；混合介質隨著栽培天數增加，充氣孔隙度有增加之趨勢；而樹皮則隨著栽培天數增加其容器含水量增加而充氣孔隙度減少。綜上所述顯示對蝴蝶蘭栽培介質而言，水苔和科技土介質的物理性不易變化，但栽培 8 個月後保水性稍弱，而科技土的總孔隙度也出現稍弱之情形，而‘KHM-1078’以混合介質栽培其充氣孔隙度略增加。

李(1988)認為介質太輕，花盆易倒；太重不利機械操作及搬運，一般認為適宜的容重在浸水後為 640-1200 g/dm³。本試驗的結果顯示，以 12 cm 盆測定水苔、科技土、水苔樹皮混合和樹皮介質本身的總體密度分別為 0.027，0.043，0.105 和 0.263 g/cm³，水苔和科技土的總體密度相對較低且此兩種介質的總體密度相近。蝴蝶蘭使用水苔栽培已成普遍，對植株之支撐性良好，而且容易立好花梗支柱。雖然水苔和科技土的總體密度較相似，但科技土對植株之支撐及花梗支柱能力較不佳。樹皮的總體密度較高，但花梗支柱性不佳。

介質酸化調查方面，大部分作物適合在中性偏酸(pH 5.5-6.5)的環境中生長。蔡(1995)指出百合對土壤酸鹼值極為敏感，在 pH 值超過 7.5 的鹼性土壤生育中，葉片容易發生黃化現象，然經不同介質試驗混合調配後，pH 值降為 6.9-7.2 後即未有黃化情形。pH 值在 5-5.6 範圍最適合蘭株生長，而雨水之 pH 值為 5.3，因此雨水比地下水更適合蘭花生長(Wilcock, 1973)。pH 值對蝴蝶蘭生長而言，在 pH 4.5-5.5 之間可維持吸收微量元素，因此植株生長良好(Helton, 1969)。另外 Wang (1996)指出，如果介質施用微量元素時，其 pH 值 6 以上也會有良好生長。陳(2001)、Wang 和 Gregg (1994)、Wang (1996)、Cui 等(2004)及陳(2006)皆指出，介質 pH 值隨著種植時間增長及肥料濃度的增加而呈下降趨勢，且么(2007)也指出，蝴蝶蘭栽種於溫室生長一段時間後，水苔 pH 值有逐漸下降的趨勢，且生長時間較久者會低於 pH 3。另外，陳(2001)試驗結果指出，介質 pH 值雖低卻不影響到植株對肥料的吸收，亦不會使根尖受損及褐化，認為蝴蝶蘭可忍受相當酸性的介質。栽培介質之 pH 值提酸性有利於微生物族群的繁殖而加速分解有機物，同時也行生物固定作用(羅和王，2000)，並且銨態氮的吸收會伴隨著陽離子交換或 H⁺的釋放，使得介質的 pH 值降

低(Maghrabi. *et al.*, 1985a、Maghrabi. *et al.*, 1985b)。本試驗顯示水苔、科技土、水苔樹皮混合和樹皮介質本身之 pH 值分別為 4.91、5.64、4.89 及 4.87，科技土的 pH 值較高，但皆屬酸性之介質。栽培 8 個月後‘KHM-1078’之水苔、科技土及水苔樹皮混合介質的 pH 值分別降低為 3.35、3.72 及 3.54，樹皮的 pH 值栽培初期偏高之後降低為 5.43-4.51。不同介質栽培下，水苔、科技土及混合介質的植株生長較佳且植株生長相似。在樹皮栽培方面，生育不良的原因可能和物理性有關。綜上所述顯示對此品種植株生育而言，可耐 pH 值 3.35 的相當酸性環境。

Wang (1998)試驗指出，將澆灌水 EC 值調至 1.4 mS/cm 時，蝴蝶蘭植株呈現落葉數增加、葉片變小且薄、鮮重下降及根部乾枯、死亡或形成中空之情形，但 EC 值 1.10 mS/cm 時表現良好的生長。本試驗顯示，水苔、科技土、水苔樹皮混合和樹皮介質本身之 EC 值分別為 0.14、0.05、0.06 及 0.08 mS/cm，以水苔的 EC 值較高，樹皮其次。在 8 個月栽培期間水苔、科技土及混合介質皆栽培 1 個月後呈現劇烈變化。栽培 1 個月以後，EC 值無明顯變化或略增加之趨勢。樹皮的 EC 值在 8 個月栽培期間穩定維持於 0.05-0.08 mS/cm，顯示樹皮不易受到肥料等外來影響。Wang (1998)指出，澆灌水的 EC 值在 0.05-1.1 mS/cm 之間，蝴蝶蘭植株生長較良好，並且么(2007)指出，介質 pH 對根部品質影響不顯著，而隨介質 EC 值的增加，根部品質呈下降之趨勢。根部品質較佳之植株，其介質 EC 值多分布於 0.4-0.9 dS·m⁻¹ 之間。本試驗的結果顯示在 8 個月栽培期間，各處理介質的 EC 值皆不到 0.6 mS/cm，而在 *Phal. Luchia Pink* ‘KHM-1078’中以水苔、科技土及水苔樹皮混合處理植株的地上部鮮重及乾重的表現皆佳且處理間差異不大。此品種蝴蝶蘭在水苔、科技土及混合介質處理間皆呈現良好的生育。因此本研究指出科技土或水苔樹皮混合介質可代替水苔介質。其中考慮對植株之根團結構性，水苔與樹皮混合介質表現較佳。

参 考 文 献

- 么煥英。2007。應用 Pour-Through 介質溶液測定法於以水草栽培之蝴蝶蘭。國立臺灣大學園藝學系碩士論文。
- 王子善清。1989。植物の好アンモニア性と好硝酸性。農化誌。63: 1382-1385。
- 須藤憲一。1991。かん水施肥法とファレノプシスの生育。施設園芸。33(7): 44-47。
- 李晔、林菁敏。1987。蝴蝶蘭之開期調節。台中區農業改良場特刊第 10 號園藝作物產期調節研討會專輯。p.27-44。
- 林立航。2006。不同栽培介質對蝴蝶蘭生長及模擬貯運之影響。國立中興大學園藝學系碩士論文。
- 陳江良。2006。肥料濃度對蝴蝶蘭商業大苗生長與開花之影響。國立嘉義大學園藝學系碩士論文。

- 陳滢如。2001。礦物營養對蝴蝶蘭生育、組織礦物成分及抽梗時葉片品質之影響。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文。
- 張耿衡、戴廷恩、黃勝忠、曹進義、蔡媚婷、王斐能、張愛華、侯鳳舞。2006。人造纖維應用於蝴蝶蘭栽培介質之研究。臺灣園藝。52(1): 71-80。
- 蔡月夏。1995。栽培介質對東方型雜交百合生育及切花品質之影響。花蓮區農業改良場研究彙報。11: 89-96。
- Bragg, N. C., and B. J. Chambers. 1988. Interpretation and advisory applications of compost air-filled porosity (AFP) measurements. *Acta Hort.* 221: 35-44.
- Batchelor, S. R. 1981. Orchid culture - 6 - watering. *American Orchid Society Bulletin*, West Palm Beach, 50(8): 945-952.
- Bugbee, G.J. 1999. Effects of hardwood sawdust in potting media containing biosolids compost on plant growth, fertilizer needs, and nitrogen. *Comm. in Soil Sci. Plant Anal.* 30: 689-698.
- Cui, S., K. Sadayoshi, Y. Ogawa, and N. Nii. 2004. Effects of water stress on sorbitol content in leaves and roots, anatomical changes in cell nuclei, and starch accumulation in leaves of young peach trees. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 73: 25-30.
- Handreck, K.A. 1983. Particle size and the physical properties of growing media for containers. *Comm. In Soil Sci. Plant Anal.* 14(3): 209-222.
- Helton, O.M. 1969. Growing orchids under controlled pH conditions. *Amer. Orchid Soc. Bul.* 38: 126-129.
- Kubota, S., T. Kato, and K. Yoneda. 1993. The effect of the concentration of fertilizer application and physico-chemical properties of Sphagnum moss and clay pots on the growth of *Phalaenopsis*. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.* 62: 601-609.
- Maghrabi, Y.M.S., A.E. Younis, and F.S. Abozinah. 1985a. Nitrogen metabolism in tomato seeding. I. Uptake and assimilation of nitrate N. *Plant Soil* 85: 395-402.
- Maghrabi, Y.M.S., A.E. Younis, and F.S. Abozinah. 1985b. Nitrogen metabolism in tomato seeding. II. Uptake and assimilation of ammonia-N. *Plant Soil* 85: 403-411.
- Wang, Y. T. 1996. Effects of six fertilizers on vegetative growth and flowering of *phalaenopsis* orchids. *Sci. Hort.* 65: 191-197.
- Wang, Y. T. 1998. Impact of salinity and media on growth and flowering of a hybrid *Phalaenopsis* orchid. *HortScience* 33: 247-250.
- White, J.W., and J.W. Mastalerz. 1966. Soil moisture as related to container capacity. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 89: 758-765.
- Wilcock, D. 1973. Fertilizing and allied factors. *Amer. Orchid Soc. Bul.* 42: 909-917.

Effect of Change of Physical and Chemical Properties of Medium on *Phalaenopsis* Vegetative Growth

Masahiro Ito ¹⁾ Ruey-Song Lin ²⁾

Key words: *Phalaenopsis*, Medium, Sphagnum moss, Physical and chemical properties

Summary

The effect of different cultural medium on growth of *Phalaenopsis* Luchia Pink 'KHM-1078' plantlets using the following four growing medium composition including sphagnum moss medium, granulate sponge medium, sphagnum mix with bark medium and fine bark medium, the changes of physical and chemical properties of these different medium were investigated. The container medium moisture capacity, sphagnum moss presented highest capacity out of the four medium, then sphagnum mix with bark was second, and fine bark was the lowest. On the contrary, air-filled porosity of fine bark was the highest one, granulate sponge was second and sphagnum moss was obviously the lowest. The data showed sphagnum moss with highest container medium moisture capacity, fine bark was the lowest. After 8 month of cultivation, the change of physical and chemical properties of sphagnum moss and granulate sponge were proved to be less change. The pH of sphagnum moss, granulate sponge, sphagnum-bark mix medium and fine bark which were 4.91, 5.64, 4.89 and 4.87 which all showed acid medium. Medium pH of these plantlets declined depending on cultivation days increased. Of those 8 month cultivated plantlets, the change of each medium EC showed no significant difference or slight increased, however, after 1 month cultivation, sphagnum moss, granulate sponge and sphagnum-bark mix showed acutely change. Sphagnum mix with bark medium was the best for *Phalaenopsis* growing in terms of root ball conformation.

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

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

行道樹樹種選擇專家系統建立之研究

林 怡 秀¹⁾ 歐 聖 榮²⁾ 李 俊 憲³⁾

關鍵字：行道樹、樹種選擇、專家系統

摘要：行道樹樹種選擇一直都是相關研究及實務領域亟欲解決之問題，因其為一複雜之認知資訊處理與評選過程，必須同時考量植栽選種原則、環境條件及樹種屬性等因素，除了經驗豐富的專家外，一般人士仍會有樹種選擇考量不夠完整之情況。隨著知識工程技術發展，人工智慧的應用隨之普遍，而專家系統便是人工智慧應用的分支，可用來解決特定領域問題，並提供如同人類專家般專業水準的解答，基於前述問題的陳述，本研究藉由結合專家系統以解決行道樹樹種選擇之問題並將專家對於行道樹樹種選擇之經驗加以系統化。本研究透過文獻歸納、整理與樹種資料蒐集，並輔以專家學者之訪談，最後導入專家系統技術，以開發行道樹樹種選擇專家系統。

前 言

近年來道路景觀議題逐漸受到國人重視，尤其是道路綠化的推動，大大地改善路人的駕駛環境。許多研究(郭俊開, 1992; Sheet and Manzer, 1991; Smardon, 1988; Froment and Domon, 2006)指出，於道路周圍種植植栽不但可以提高民眾對於道路環境的偏好程度，同時也具有許多實質上的效用，例如：防止炫光、緩衝、淨化空氣、及緩和駕駛壓力等。因此，行道樹在道路基本建設中為不可獲缺的構成要素(Schmid, 1975; Bernatzky, 1978; Grey and Deneke, 1986; Miller, 1997)。

雖然行道樹對於都市及民眾帶來許多功能及效益，但也因為選種之不適宜產生了些許問題，如根系破壞人行道鋪面以及枝幹突刺傷行人等狀況，造成使用者不舒適及不方便的現象(Nosse, 1986)。因此適切的行道樹樹種選擇確實是很大的挑戰(Shigo, 1991;

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

3) 大葉大學休閒事業管理學系系主任兼研究所所長。

Harris,1992)。在國內外相關研究方面，Sommer 學者與林晏州學者曾對都市行道樹進行一連串的研究(Sommer and Sommer, 1989; Sommer *et al.*, 1990; Sommer *et al.*, 1993; Sommer and Summit, 1995；林晏州，1996；林晏州，2001)。綜合研究結果，大致可獲得一般民眾較為重視之行道樹視覺屬性包含樹冠大小、分枝樹型、枝幹高度、枝葉密度、樹種、樹型、開花與否；而不同於一般視覺特性且同時也被認為是行道樹之缺點則有落枝落葉、落花落果、根破壞力、引起過敏等屬性。由以上研究結果發現，植物材料的選擇的確是一項繁雜又專業的學問，除了經驗豐富的專家外，一般非專業人士幾乎無法通盤性地考量所有因素。在有限的經費與人力下，藉由專家系統的開發是一個可行的行道樹樹種選擇解決方案，其可減少各項植栽因子無法被周詳地考慮，造成植栽選擇的缺失。

近年來，隨著知識工程技術以及相關理論的發展，配合電腦軟硬體設備的進步，人工智慧的應用隨之普遍，而專家系統便是人工智慧應用的一個分支。專家系統就是所謂的知識庫(Knowledge-based system)程式，可用來解決特定領域(Specific domain)問題，是模仿一位具專業知識之人類專家，在解決問題時所做之推理過程，並將此過程發展成電腦推理程式。其最大的優勢，在於突破時間、空間上的限制。只要研發一套完整系統，便具有整合知識以及分析問題之功能，對於決策支援是十分適合的解決方式。基於前述問題的陳述，本研究希冀藉結合專家系統以解決行道樹樹種之選擇，以減少因選種不適宜產生之問題並蒐集專家對於行道樹樹種選擇之經驗後將其系統化。

因此，本研究嘗試利用專家系統開發行道樹樹種選擇電腦程式，以降低因植栽選種錯誤所造成的缺失，透過專家系統整合行道樹選種準則及植栽各項屬性因子，利用法則(Rule)運算及知識庫推理，求得適當行道樹樹種選擇，以作為行道樹植栽設計輔助系統，幫助規劃設計者選擇適地適種並符合設計準則之樹種，藉此減少植栽選種錯誤導致之使用者不便及後續維護管理不易之問題。

研究 方 法

由於行道樹樹種繁多，且會因環境條件、樹種屬性而有不同選擇。因此本研究針對欲解決之問題，透過文獻回顧與專家訪談，利用專家系統之電腦推理程式建立最適化之評估分析模式，以解決行道樹樹種選擇之問題。

一、專家訪談

本研究於蒐集行道樹樹種選擇知識庫內權重與適性指數採用半結構式訪談方法訪談專家，由於半結構式訪談方法為採取較開放的態度並可針對特定議題進行資訊收集工作，藉由初步擬定之訪談大綱與專家進行訪談，如行道樹樹種選擇之準則，獲取專家擁有之知識及經驗。透過半結構式訪談專家後，彙整出行道樹樹種選擇考量因子為安全、美觀、適

地適種及經濟等四項因子；本研究透過上述之考量因子，並歸納文獻回顧中行道樹選種原則（如表 1 所示），並由決策因子所包含之設計準則中衍生需考量之行道樹樹種屬性，作為解決行道樹樹種選擇決策問題之建立。

表 1 行道樹選種原則與考量因子整合表

Table 1. Design criteria for street tree selection

問題因子	設計準則
安全	本身對各種病蟲害抵抗性強之樹種
	適應特殊地域特性之樹種
	花果枝葉不污染環境，無臭無毒無刺等之樹種
	深根性不具有表面根浮起破壞路面之樹種
美觀	外型姿態美觀或有季節性色彩變化，能與道路附近建築物及公共設施相互調和之樹種
適地適種	生長勢強，耐修剪，移植容易成活，生長迅速之樹種
	適應當地風土氣候
	具當地特色之原生樹種或馴化成功之優良外來種
經濟	容易取得之樹種
	維護管理工作需求少之樹種
	生命悠久，不須經常更換之樹種

二、建立設計程序

透過上述之相關文獻回顧及專家訪談所獲之樹種屬性與環境因子，結合上表之問題因子與行道樹選種原則，將建立起行道樹樹種之「選擇因子」。以行道樹樹種選擇因子而言，選擇因子之間的關係是相互關連而複雜的，因此必須將各個因子分類，並整理出因子之間的前後邏輯關係，其為行道樹樹種選擇程序，如圖 1 所示。本研究利用物件導向程式之物件方法作為行道樹樹種選擇之流程控制，作為流程控制之物件方法主要分為詢問使用者資訊之物件方法以及設定設計因子之物件方法，其中知識獲取與 IF-THEN 法則推理均包含於程序控制物件方法之中，每一個程序物件方法應該具獨立運作之行為，程序物件方法間之順序則須滿足設計因子之間的邏輯關係，並藉由設計流程註解功能，使設計者能夠瞭解整個設計過程之推理，除了有助於設計程序透明化之外，亦可協助無經驗之設計者，瞭解規範條文之間的程序與關係，並由表 2 說明因子間的邏輯關係、判斷法則及牽涉樹種屬性。

表 2. 行道樹樹種選擇於物件導向環境中運作之架構與流程說明表

Table 2. The explanations of the framework and flowchart of the expert system on the selection of street tree species.

類型	問題	英文代碼	法則	推論說明	樹種屬性	英文代碼
設計需求	優先考量	q_ask_preference	rule_preference	依據不同使用者需求，選擇具有安全、美觀、經濟或適地適種，或沒有特殊考量。	無	Null
	設計偏好					
	所在縣市	q_county	Null	依據所在縣市不同，則可判斷縣市樹及縣市地形與是否鄰近海邊。	無	Null
環境	適應溫度	q_elevation	rule_elevation	依據種植海拔高度不同適應溫度也不同，則需選擇種能適應溫度行道樹種。	海拔高度	elevation
	鄰近森林區	q_forest	rule_fire	依據種植地點是否鄰近森林區，則需考量行道樹是否需具備防火功能。	防火	fire
	鄰近海邊	q_seashore	rule_seashore	依據種植地點是否鄰近海邊，則需考量行道樹是否具備有防風、耐鹽霧、耐瘠、耐海潮、耐風不易倒等功能。	防風、耐鹽霧、耐瘠、耐海潮、耐風不易倒	wind、salt、ridge、tide、stem_wid
	降雨量	q_rainfall	rule_rainfall	依據種植地點之降雨量，則需考量行道樹對水分需求及是否耐濕、耐旱特性。	水分需求、耐濕、耐旱	moit_req、moiture、drought
	土石滑動	q_landslide	rule_landslide	依據種植地點是否有土石滑動之情形，則需考量行道樹是否具有水土保持能力。	水土保持能力	con_sw
安靜環境	病蟲害	q_blight	rule_blight	依據種植地點附近植栽是否有遭受到病蟲害侵襲，則需考量行道樹是否具有抵抗病蟲害功能。	病蟲害	ill_bug
	q_school					
	q_hospital	rule_deafen		依據種植沿線環境是否有經過學校、醫院及住宅區，則需考量行道樹是否具有隔音功能。	隔音	deafen
工廠	q_residential					
	q_acid	rule_acid		依據種植沿線環境是否有經過工廠或被工廠排放廢水廢氣污染，則需考量行道樹是否應具備耐酸、耐鹼、耐污染等能力。	耐酸、耐鹼、耐污染	acid、aljal、depolli

表 2.(連續)
Table 2. (continue)

道路類型	q_roadtype	無	無	Null
道路配置	q_profile_allocation	依據不同道路配置，則可判斷行道樹樹種是否需具備人行道、中央分隔島及綠園道的功能。	無	Null
人行道	q_sidewalk	rule_sidewalk	依據種植地點是否在人行道上，則需考量行道樹是否具備板根、落葉傷人、落葉清潔、花異味、枝葉有刺、枝葉影響電線桿、落花清潔、落果清潔、果實棉絮、莖有突刺及有毒等特性。	rot_hrt、leaf_hrt、leaf_cln、flr_sml、leaf_dig、leaf_rod、flr_cln、flr_bird、flr_cln、flr_stem_dig、poison
中央分隔島	q_compartment	rule_ompartment	依據種植地點是否在中央分隔島上，則需考量行道樹是否應具備遮蔭及防塵功能。	shade、dust
綠園道	q_greenway	rule_greenway	依據種植地點是否在綠園道上，則需考量行道樹是否應具備遮蔭及生態性的誘蝶誘鳥功能。	shade、fly、bird
卡車行經	q_autotruck	rule_autotruck	依據種植地點是否會有卡車及大客車行經，則需考量行道樹是否應具備較高枝下高度。	offshoot
停車格	q_car_parking	rule_car_parking	依據種植地點是否具有停車格，則需考量行道樹是否為常綠樹種及落花問題造成車體傷害。	defoil、flr_duty
路旁設施	q_road_facility	rule_road_facility	依據種植地點是否路旁設施，則需依據路旁設施高度考量行道樹樹高。	stem_h
混凝土包覆	q_cubic	rule_cubic	依據種植地點是否在混凝土包覆的方格中，則需考量行道樹根系深度。	root

表 2.(連續)

Table 2. (continue)

景觀 美化	風景區種 植	q_ landscape	rule_ landscape	依據種植地點是否位於風景區，則需考量行道樹為原生種或者是馴化樹種。	原生種	origin
	開花季節	q_bloom_ season	rule_flowr	依據使用者不同需求，選擇不同季節開花之行道樹種。	開花月份	bloom_mo
維護 管理	開花顏色	q_flr_clr	rule_flowr	依據使用者不同需求，選擇開花顏色不同之行道樹種。	花色	flore
	維護管理	q_maintain	rule_ maintain	依據維護管理的經費與人力，判斷行道樹樹種需要維護管理程度。	維護管理	maintain
	提早達成 功能	q_seedling size	rule_seedling size	依據使用者需求是否希望提早達到功能，判斷行道樹樹苗大小尺寸。	樹苗尺寸、樹苗米高尺寸	H_max、meter_H

二、知識庫內之權重與適性指數

行道樹樹種選擇之最終目的是選出符合設計需求之最佳的植栽種類，並符合經濟原則，因此本研究完成初步專家知識庫及樹種資料庫後，結合專家訪談中考量因子之安全、美觀、適地適種及經濟權重之評值，並依據行道樹選種目的之不同給予不同權重之評值，如表 3 所示。故本系統是根據使用者於使用者介面回答相關於行道樹樹種選擇問題後，再透過專家知識庫與法則推理的計算給予各問題分數，並將分數由高而低排列，顯示各建議樹種提供予使用者參考，解決不同使用者需求之樹種考量，達到最佳評選之效益。

表 3. 權重示意表

Table 3. Weight of different factors considered while selecting the best street tree species.

考量因子	權重狀況				
	一般	安全優先	美觀優先	適地適種優先	經濟優先
安全	1	5	1	1	1
美觀	1	1	5	1	1
適地適種	1	1	1	5	1
經濟	1	1	1	1	5
分數	分數=Σ(使用者輸入)×(考量因子之權重值)				

三、資料庫整合建構

(一) 資料收集之方式

由於公共工程常用植栽手冊為設計或估價之工具書，且提供植栽之基本特性、植栽之營建物價與相關廠商名錄，可作為選種與估算之基礎，因此利用公共工程常用植栽手冊作為主要行道樹種資料庫來源，並依據行道樹選擇考量因子，透過相關法規、行道樹相關研究及景觀植栽相關書籍與網站資料，作為屬性準確度之核對並增加或減少影響行道樹樹種選擇屬性欄位。

(二) 資料整合

綜合行道樹相關法規、行道樹相關研究及景觀植栽相關書籍與網站資料後，本研究之植栽資料庫共建立 55 種公共工程用喬木樹種及 77 項欄位，並分為植栽分類、環境需求、特殊能力、適應性、植物型態、美觀及問題和說明。各欄位之資料型態如表 4 所示：

表 4. 行道樹樹種屬性資料庫欄位說明一覽表

Table 4. Attributes of street tree species used in the expert system on the selection of street tree species.

類	名稱	英文代碼	類	名稱	英文代碼	類	名稱	英文代碼
	資源代碼	rec_code	特	防火	fire		樹形_傘形	form_umb
	代碼	code	殊	抗污染性	depoll		樹形_椰子	form_pal
	米高直徑	meter_H	能	誘蝶	fly		葉色	leaf_clr
	樹高	height	力	誘鳥	bird		葉質地	texture
	樹高_min	H_min		耐熱	heat	美	葉色變化	leaf_cng
	樹高_max	H_max		耐濕	moiture	觀	花期	flore
植	產地價格	price		耐寒	cold		花色	flr_clr
栽	中名	man_name		耐陰	shadow		花香	perfume
分	科名	family	適	耐鹽霧	salt		枝葉_掉落傷人	leaf_hrt
類	學名	latin	應	耐旱	drought		枝葉_落葉清潔	leaf_cln
	英名	eng_name	性	耐有害氣體	degas		枝葉_突刺傷人	leaf_dig
	別名 1	aka_1		耐酸	acid		枝葉_電線桿	leaf_rod
	別名 2	aka_2		耐鹼	aljali		花_落花清潔	flr_cln
	別名 3	aka_3		耐瘠	ridge		花_汁液污染	flr_duty
	別名 4	aka_4		耐海潮	tide		花_異味	flr_sml
	別名 5	aka_5		類型	type	問	果_果實誘鳥	frt_bird
環	縣市樹	county		落葉	defoil	題	果_棉絮	frt_ctn
境	溫度	temp		株高	stem_h		果_環境污染	frt_cln
需	海拔高度	elevation		冠幅	tree_cro		樹幹_突刺傷人	stem_dig
求	水分需求	moit_req	植	主幹分枝點	offshoot		樹幹_不耐風	stem_wid
	遮蔭	shade	物	根系深度	root		根系_板根	rot_hrt
特	隔音	deafen	型	樹形_尖錐	form_awl		具有毒性	poison
殊	防塵	dust	態	樹形_卵形	form_egg		病蟲害	ill_bug
能	防風	wind		樹形_圓形	form_cir			
力	定砂	sand		樹形_橢圓	form_ell	說	維護管理	maintain
	水保	con_sw		樹形_酒杯	form_win	明	景觀用途	landscape

四、行道樹樹種選擇專家系統之開發

(一) 系統開發軟體

行道樹選種專家系統主要以物件導向程式(Object-oriented Programming, OOP)之專家系統開發軟體(Expert System Shell) KAPPA-PCTM 2.42 版撰寫而成，KAPPA-PCTM 為完整之個人電腦工作平台之專家系統開發程式，能以低成本高效率方式開發應用程式。因 KAPPA-PCTM 具有下列之特性，符合開發行道樹選種專家系統需求，成為行道樹選種專家系統開發之主要程式語言(李俊憲，2001)。

(二) 系統流程與架構

1. 系統流程

依據知識表達流程與建立行道樹樹種之資料庫，利用專家系統技術結合知識庫與物件導向(Object-oriented Programming, OOP)方式，開發一套植栽選擇之專家系統，稱為行道樹樹種選擇專家系統。本研究將規劃為 4 個功能模組，分別為使用者需求資訊編輯模組、參數設定模組、決策推理模組、行道樹選擇最適化展示模組。

2. 系統架構

本系統藉由物件導向程式 KAPPA-PC 為中心架構，藉由 KAPPA-PC 讀取行道樹樹種資料庫，由於本研究進行之專家系統決策過程與分析，皆內含在行道樹選擇系統中，使用者僅需輸入需求之資訊，系統便可輸出所需之各項行道樹樹種。

結 果

行道樹樹種選擇專家系統起始畫面如圖 2 所示。由系統起始畫面視窗中點選「開始執行」後進入系統控制台。「控制台」之視窗中共有九個可選取之功能按鍵，選取「建立新的規劃案」，則會出現建立專案之選項，可建立新的案例選取「編輯現有規劃案」，則會出現已建立之專案選項，可修正已建立之專案亦可選取「刪除舊有規劃案」，則可刪除已建立之專案，而已建立之專案會儲存在系統知識庫中，以作為行道樹樹種選擇之校正與比對。

「更新樹種資料庫」及「編輯樹種資料庫」是作為行道樹樹種資料庫之增減與修訂之按鍵功能。以「更新樹種資料庫」而言，若要新增樹種，則可至 Microsoft Excel 2003 開啟.dbf 檔，作行道樹樹種之增減工作，當至 Microsoft Excel 2003 之.dbf 檔輸入或變更完成後，可在「控制台」之視窗中點選更新樹種資料庫即可完成樹種之更新；而「編輯樹種資料庫」而言，點選後可進入樹種資料編輯畫面，以滑鼠點選任一樹種，按下滑鼠左鍵，即有選單提供作為樹種編輯。

「知識推理」、「規劃結果分析」及「報表輸出」為完成「建立新的規劃案」後，將問題回推至知識庫並藉由結果分析以篩選出符合使用者需求之行道樹樹種，以下將詳細說明行道樹樹種選擇專家系統之操作流程。



圖 2. 系統起始畫面

Fig. 2. The first page of the expert system on the selection of street tree species

行道樹樹種選擇系統操作流程如圖 3 所示。當開啟本系統後，於系統起始畫面點選「開始執行」進入至「控制台」之視窗，點選建立新的規劃案後，將出現詢問使用者需求之問題視窗提供使用者點選，其中在「請問您希望在系統設計過程優先考量的設計偏好為何？」此項題目為詢問使用者需求，此題目將會決定後續問項之行道樹樹種屬性因子相關權重評值，如第三章第二節中權重因子所描述，若考量因子以安全為優先考量，則行道樹樹種屬性因子具有安全性者，評值以 5 分計算，其餘考量因子皆為 1 分，透過使用者需求輸入後，將分數加總以作為行道樹樹種篩選並排序。

完成「建立新的規劃案」後，點選「控制台」視窗中的「知識推理」，則會依據方才新建的規劃案作第一階段知識庫的推理及第二階段樹種資料庫的推理，依據選項向前推理至法則知識庫中。經知識推理後，點選「規劃結果之分析」之功能鍵，可得由上述之法則知識庫推理篩選及權重分數之加總作為行道樹樹種排序之依據。在「規劃結果之分析」中可以藉由點選「輸入條件瀏覽」之功能鍵，視方才新建規劃案當中所輸入之條件；點選「設計原則瀏覽」之功能鍵，依據輸入之條件需透過哪些法則作推理；而點選「整體流程瀏覽」之功能鍵，則可看到整體輸入條件、法則推理及規劃原則等詳細說明。而系統結果則呈現通過知識庫推理篩選及權重分數加總後系統所建議之行道樹樹種，依據權重得分作排序，並提供樹種名稱及樹種單價。

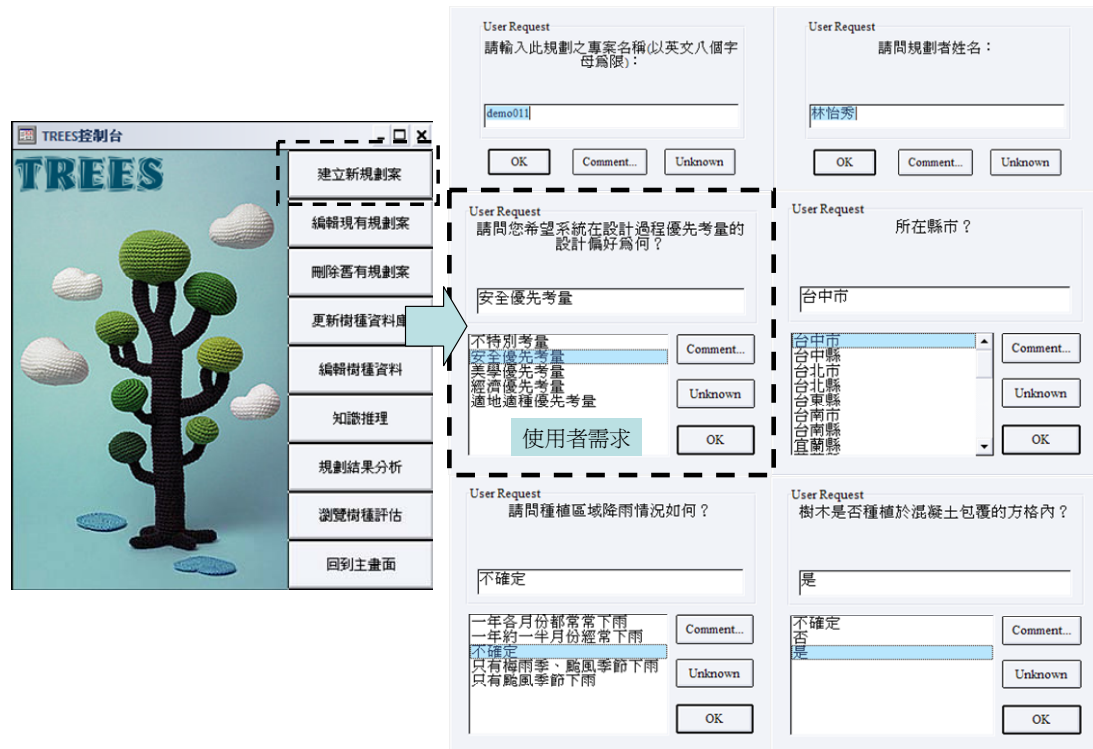


圖 3 行道樹樹種選擇系統操作圖

Figure 3. The operation diagram of the expert system on the selection of street tree species

討 論

本研究藉由文獻之歸納與整理、樹種資料蒐集，並輔以專家學者之訪談，最後導入專家系統技術，並建構成不同知識表達方法之整合性知識庫，最後開發出能夠輔助規劃設計人員進行最適化之行道樹樹種選擇，也就是所謂的行道樹樹種選擇專家系統，此一系統的建立，不但建構可立即應用之行道樹資料庫，其將可以提升規劃設計之速度及考量因子上的完整性，並減少因選種不適宜所產生之問題，同時也提供讓後續研究者能以此架構進一步擴充喬木以外之植栽選種介面，未來將不只是行道樹植栽之選擇，更能應用在其他不同空間之植栽選種。但目前專家系統之技術導入植栽選種之模式來說仍屬嘗試之階段，由專家系統所挑選出之植栽是否符合實務之需求尚待持續之資料庫增加、結果驗證、比對與流程之調整，但就本研究之階段性成果而言，本系統已可提供具備各項行道樹樹種選擇上應考量因子之完整行道樹表單，將可提供規劃設計者利用電腦程式查詢，以減少翻閱大量書籍之時間。

參考文獻

- 王秀如。1993。都市街道植栽設計方法之研究-以台北市為例。私立東海大學景觀設計學系碩士論文。
- 李俊憲。2001。結合空間分析與專家系統技術在橋樑規劃自動化之應用。國立中央大學土木工程學系博士論文。
- 林晏州。2001。行道樹景觀美質評估。造園學報。7(2):71-97。
- 郭俊開。1992。行道樹之功能及其植栽設計。台灣農業。28(2):100-105。
- 葉美秀。1986。造園植物資料電腦化管理系統之研究。台灣大學園藝研究所碩士論文。
- Amir, S. and A. Misgav. 1990. A Framework for street tree planning in urban area in Israel. *Landsc. Urban Plan.* 19: 203-212.
- Bernatzky, A. 1978. *Tree Ecology and Preservation*. Elsevier, Amsterdam. 357 pp.
- Froment, J. and G. Domon. 2006. Viewer appreciation of highway landscapes: The contribution of ecologically managed embankments in Quebec, Canada. *Landsc. Urban Plan.* 78:14-32
- Grey, G. W. and F. J. Deneke. 1986. *Urban Forestry*, 2nd ed. Wiley, New York, NY. 299 pp.
- Harris, R. W. 1992. *Arboriculture: Integrated Management of Landscape Trees, Shrubs and Vines*, 2nd ed. Regents/Prentice Hall, Englewood Cliffs. 674 pp.
- Miller, R. W. 1997. *Urban Forestry: Planning and Managing Urban Greenspaces*, 2nd ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs. 502pp.
- Nesse, R. A. 1986. The urban forest can be a pest. *J. Arboric.* 12(1): 24-28.
- Phillips, L. E. 1993. *Urban Tree: A Guide for Selection, Maintenance, and Master Planning*. McGraw-Hill, Inc. New York.
- Rothenberger, R. 1988. Fast-growing trees may have fault. *J. Arboric.* 14(3): 78.
- Schmid, J. A. 1975. *Urban Vegetation: a review and Chicago case study*. Research Paper No. 161, Department of Geography, University of Chicago. Chicago. 266 pp.
- Sheet, V. L. and C. D. Manzer. 1991. Affect, cognition, and urban vegetation: Some effect of adding tree along city streets. *Environ. Behav.* 23(3): 285-304.
- Shigo, A. L. 1991. *Modern Arboriculture: a systems approach to the care of trees and their associates*. Shigo and Trees Associates. Durham. 424 pp.
- Smardon, R. C. 1988. Perception and aesthetics of the urban environment: Review of the role of vegetation. *Landsc. Urban Plan.* 15: 85-106.
- Sommer, R. and B. A. Sommer. 1989. The factor structure of street tree attributes. *J. Arboric.* 15: 243-246.
- Sommer, R. and J. Summit. 1995. An exploratory study of preferred tree form. *Environ. Behav.* 27(4): 540-557.

- Sommer, R., H. Guenther, P. A. Barker, and J. P. Swenson. 1993. Comparison of four methods of street tree assessment. *J. Arboric.* 19(1): 27-34
- Sommer, R., H. Guenther, and P. A. Barker. 1990. Surveying householder response to street trees. *Landsc. J.* 9: 79-85.

Establishing the Expert System on the Selection of Street Tree Species

Yi-Siou Lin ¹⁾ Sheng-Jung Ou ²⁾ Jean-Shiann Lee ³⁾

Key words: Street tree, Expert system, Selection of tree species

Summary

The issue of selecting right street tree species for the right place has always been a major concern for related researches and practical planting design. Plant selection involves a complex cognition of information process and selection procedure. Designers need to consider selection criteria, environmental condition, and attributes of plants at the same time. In addition to the experienced experts, nonprofessional or inexperienced designers will have troubles in selecting the right plant species. Fortunately, owing to the development of knowledge engineering and the progression of computer hardware and software, applications of artificial intelligence becomes more and more popular. Expert system, is one branch of artificial intelligence, can be used to solve problems in special areas and provides clients with professional solutions similar to those given by human experts. Therefore, this study tried to combine expert system with plant selection criteria to propose appropriate street tree species.

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

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

3) Assistant Professor and Chairman, Department of Leisure and Recreation Management, Da-Yeh University.

北宜高速公路開通後對宜蘭地區民宿經營之影響 — 以北部地區為例

沈 鈺 婷¹⁾ 歐 聖 榮²⁾ 黃 郁 琇³⁾

關鍵字：民宿、吸引力、業者策略、關鍵成功因素

摘要：臺灣民宿從 1980 年發展至今，儼然成為臺灣地區旅遊活動中不可或缺的居住選擇之一；但在旅遊過程中，交通的可及性一直是影響地區觀光之重要因素，更間接影響遊客住宿行為。研究目的首先針對北宜高速公路通車後，遊客的旅遊行為是否會受影響；再探討北部遊客對民宿吸引力、業者經營策略與住宿行為的認同度。本研究以量化研究為主，針對宜蘭國立傳統藝術中心遊客為調查對象，一共獲得 356 份問卷，其中抽取北部遊客問卷共 275 份進行分析。因素分析共萃取出五項民宿吸引力構面：「民宿基本硬體及服務之吸引力」、「民宿之活動吸引力」、「民宿之餐飲吸引力」、「民宿價格之吸引力」、「民宿周邊環境及附屬設施之吸引力」。經營者可依據屬性之重要程度，滿足遊客之需求。因素分析萃取出七項業者策略構面：「民宿提供的活動體驗」、「民宿提供住宿相關設備」、「民宿業者提供的促銷方式」、「民宿業者提供附加的相關服務」、「民宿的周邊套裝行程服務」、「民宿的硬體設施特色」、「民宿的休閒娛樂及餐飲設施」。此因素構面受遊客認同程度即可作為將來民宿面對重大交通建設後經營方向之參考。

前 言

政府單位對於歷經十五年才興建完成通車的北宜高速公路有許多的期望，在實質方面，希望能縮短台北、宜蘭兩地之間往返的行車時間，同時提昇蘇澳港的內陸轉運功能，使之成為日後環島高速公路網不可或缺的一環。在附加的經濟效益方面，希望藉由北宜高

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

3) 國立中興大學園藝學系博士班研究生。中州技術學院景觀設計系講師。

速公路的開通來促進北部區域均衡發展，並催化產業東移政策之成果，加速東部區域之健全發展。另外，最主要的目的，是希望藉此促進蘭陽平原產業升級及觀光發展，加強蘭陽平原與台北都會區同步發展。

北宜高速公路是台灣的一項重大交通建設，在開發的過程中，各界都非常關心相關的議題，尤其是對宜蘭產業發展的影響。因此近年來與北宜高速公路相關的研究不斷出現，然而，在這些文獻中，實際關切重大交通建設對宜蘭觀光業所造成之影響的研究並不多。相關研究皆以北宜高速公路之結構、經濟等主題為主，唯有交通部臺灣區國道新建工程局（2007）在國道五號南港蘇澳段通車前後進行調查分析，結果指出前往宜蘭旅遊的遊客住宿意願由 74%減少至 61.3%。

宜蘭縣以「觀光立縣」為主要縣政發展目標，二十餘年來所累積的各項建設，使得縣內觀光發展條件大幅改善。台灣自 1998 年政府實施週休二日政策以來，民眾的旅遊型態改變，使得民宿成為台灣地區旅遊活動主要的居住選擇之一，近年來已成為一項熱門的觀光產業，其中，宜蘭民宿數量佔台灣民宿市場的一成左右，在經營手法更稱得上是同業中的楷模。然而觀光產業需有多面向的發展配合，尤其是在旅遊過程中，交通的可及性是影響地區觀光之重要因素。因此北宜高速公路開通後相關報導進一步指出，因兩地距離縮短，使得民宿住宿率並不如業界所期待，反而有降低現象。故本研究於 2007 年 3 月 22 日至 7 月 26 日間進行初步調查，抽取宜蘭 18 家民宿進行訪談，經由分析發現宜蘭地區民宿之住宿量及住宿率確實有所改變。總體來說，北宜高速公路開通後，至宜蘭旅遊的遊客有增加之趨勢，然而因交通可及性增高，住宿率反而有減少的現象。

本研究主要希望探討交通建設是否對前往宜蘭旅遊的北部遊客住宿行為造成影響，另外透過北宜高速公路開通後業者策略部份進行訪談，期望由訪談中了解業者是否因為高速公路的開通而改變經營策略，並進一步瞭解，這樣的改變是否會增加北部遊客的留宿意願。此研究結果除了可以得知目前業者策略在遊客面的認同程度外，更可做為未來民宿經營之實務應用參考。

本研究欲確認北宜高通車後，前往宜蘭的北部遊客對於民宿吸引力屬性之認同程度，並探討北宜高通車後是否影響遊客前往宜蘭民宿體驗之意願，最後剖析業者在面對交通改變後，其所因應的經營策略是否符合北部遊客期望，經由研究所得之結果，能做為民宿業者未來經營民宿時之實務應用與經營策略的調整依據。

研究方法

一、研究架構

本研究主要針對選擇到訪宜蘭之北部遊客作為研究對象，探討受北宜高影響後北部遊客旅遊行為之改變情形，另外針北部對遊客特性與北宜高開通後遊客旅遊行為、民宿吸引力及業者經營策略的認同程度差異(如圖 1)。

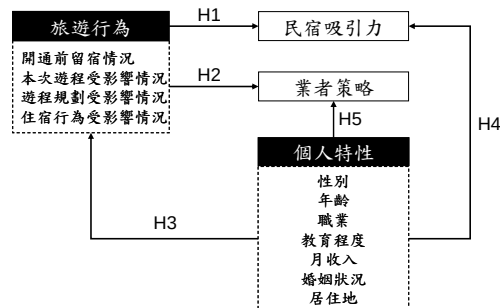


圖 1. 研究架構圖

Fig. 1. Research framework of this study

二、問卷設計與抽樣調查

(一) 問卷設計及流程

本研究問卷發展主要針對到訪宜蘭之北部遊客設計分為：遊客之旅遊行為、民宿吸引力、業者經營策略、遊客的人口統計及特性等四大部份，並以結構式問卷(structured questionnaire)設計進行問卷調查。

(二) 問卷量表

經由上述設計流程，問卷擬定四部份：(1) 旅遊行為；(2) 民宿吸引力；(3) 業者經營策略；(4) 個人基本資料。其變項等級及內容分述如下：

1. 旅遊行為

旅遊行為的問卷擬定部分參考交通部臺灣區國道新建工程局(2007)在國道五號通車前後調查分析計畫及許瑛卉(2006)北宜高通車對蘇澳觀光衝擊之探究的遊客問卷問項作為構面基礎，主要針對通車前的旅遊行為、本次旅遊狀況、通車後對遊程規劃的影響、通車後對旅遊行為的影響等議題進行擬定，問項內容包含通車前的留宿狀況、通車前的住宿地點、開通後與本次旅遊狀況之關係、本次旅遊之遊程規劃、本次旅遊之住宿地點、通車後對遊程規劃的影響、通車前的遊程規劃、通車後的遊程規劃、通車後對旅遊行為的影響、影響住宿行為的情況。

2. 民宿吸引力

在民宿吸引力問項部分針對民宿經營本身相關屬性與文獻整理參考浦心蕙(1992)、姜惠娟(1997)、觀光局(2002)、廖榮聰(2003)、葉陳錦(2005)、林奕君(2005)作為問項基礎共有 49 題問項，唯礙於前測受測者反應問項過多，造成遊客填寫意願低，因此經挑選出前 20 項，構成問卷第二部份民宿吸引力，用李克特態度量表(Likert scale)之測量方式，每一個問項均包含五個態度等級，分別為「非常不同意」、「不同意」、「普通」、「同意」、「非常同意」。

3. 業者策略

根據研究目的與文獻所獲得的觀光現況資料，訪談宜蘭民宿業經營者對於通車後所實行之經營策略，首先瞭解民宿業經營在北宜高速公路開通後遊客特性影響為何；除此之外，訪談民宿業經營策略並由調查結果了解通車後遊客的變化。經上述分析後得知業者經營策略共 23 題問項，為避免遺漏，在透過民宿經營關鍵成功因素做檢測，最後此部分共有 30 題問項。

4. 個人基本資料

個人基本資料問項包括性別、年齡、職業、教育程度、月收入、婚姻狀況、子女狀況、居住地以及旅遊夥伴。

(三) 調查與抽樣方式

1. 抽樣地點

本研究依觀光局 96 年宜蘭縣主要觀光遊憩景點遊客人次統計，篩選出前三名遊憩景點依序分別為五峰旗瀑布(2,544,495 人次/年)、國立傳統藝術中心(1,144,754 人次/年)、冬山河親水公園(560,570 人次/年)，由於冬山河親水公園遊客受宜蘭縣政府舉辦活動之限制，五峰旗瀑布因無收費及門票制度，遊客分布過廣掌握不易，因此經考量後選定國立傳統藝術中心為本研究抽樣調查地點。

國立傳統藝術中心位於宜蘭縣五結鄉冬山河下游，與冬山河親水公園僅一河之隔。園區佔地 24 公頃，園內設置演藝廳區、工藝坊區(含民藝大街、工藝作坊、工藝傳習場、主題展示館、童玩坊、兩天表演坊、傳統小吃坊、服務處、寺廟、戲臺及廣場)、產業景觀區，另有入口處及停車場區、行政中心區、住宿區等。傳統藝術中心於 91 年成立，其設立是為了推動與保存臺灣文化，範圍涵蓋傳統的戲劇、音樂、工藝、舞蹈、童玩、民俗雜技等類及創發國內傳統藝術良好的環境和人才培育。

2. 抽樣日期及抽樣方式

本研究以現地訪問法，隨機抽樣調查地點之遊客，問卷發放人員在調查時會先表明身分，說明調查原因與目的之後，調查員採一對多的方式進行施測，原則上同一時間之受訪者為三至四位，最多不高於六位。原則上不勉強遊客填答問卷，所以填答問卷係以其自由意願為主，假使該名遊客拒訪，則立即選取下一位最接近訪員的遊客進行問卷的填答。此外，為了確保比較高的回收率與問卷填答的有效率，進行當中若遊客對問項有不了解及疑問之處，或者遇到有年紀較長之遊客，本研究調查員將針對問題予以協助及說明。

三、資料分析方法

(一) 描述性統計(Descriptive statistics)

描述性統計是一套用以整理、描述、解釋資料的系統方法與統計技術(邱皓政, 2006)。利用描述性統計可以計算出各個變項之平均數(Mean)、標準差(Standard Deviation)、百分比、排序等統計量，描述各個變項之分布情形及高低程度，作為後續分析的基礎資料。

本研究利用描述性統計說明「遊客個人基本資料」、「遊客對民宿吸引力之認同度」、「遊客對業者經營策略之認同度」、「遊客旅遊行為」中各變項內容之分配狀況，並用以比較說

明遊客對民宿吸引力的認同度與遊客對業者經營策略留宿意願程度差異與可能之關聯。

(二) 信度分析(Reliability Analysis)

邱皓政(2006)說明信度(reliability)即是測量的可靠性(trustworthiness)，係指測量結果的一致性(consistency)或穩定性(stability)。本研究利用「Cronbach's α 係數」方法比較民宿吸引力問項與業者經營策略問項內的同質性。

(三) 因素分析(Factor Analysis)

有關進行因素分析時所需要的樣本大小方面，Comrey 建議樣本數在 100 以下不宜進行因素分析，樣本數 250 左右是普通，樣本數在 300 以上較佳。倘若受測母體具有相當的同質性，變數項目不多，則樣本數可在 100 至 200 之間或者 Gorsuch 建議樣本數為變項數的五倍，並高於 100 以上就可以得到比較穩定的結果(邱皓政，2006)。本研究有效問卷共計 275 份，達因素分析標準，並藉由信度分析結果促使民宿吸引力及業者經營策略部份的因素縮減。

結果與討論

一、樣本描述

受訪遊客中男性有 123 位(44.1%)，女性共計 152 位(55.3%)。年齡分布方面以「21-30 歲」者居多共 112 位，佔 40.7%，次之為「31-40 歲」共 69 位(25.1%)，而「41-50 歲」佔 36 位(13.1%)。受訪遊客職業以工商行號有 76 位(27.6%)者最多，次之為學生 68 位(24.7%)，接下來為服務業共 57 位(20.7%)。以教育程度為專科/大學者共計 154 位(56.0%)者最多，次者為高中職程度 71 位(25.8%)，接下來依序為碩士者共 30 人(10.9%)。以遊客個人月收入來看以「30,000~39,999」最多，共 57 人(20.7%)，收入為「無收入」及「20,000~29,999」次之。婚姻方面受訪遊客以「未婚」居多，共 157 位(57.1%)。以居住地來看居住於台北的遊客為最多，共 180 位(65.5%)，其次為居住桃園之遊客，共 46 位(16.7%)。

二、受訪遊客旅遊行為分析

(一) 開通前留宿情況：北宜高速公路開通前曾留宿於宜蘭的遊客為 186 人(67.6%)。其中曾留宿宜蘭的遊客之中，最常居住於民宿的遊客有 63 人(22.9%)，其次為較常居住一般旅館的遊客有 38 人(13.8%)。

(二) 本次遊程受北宜高開通影響情況：受影響之遊客有 246 人(89.5%)，未受北宜高開通而規劃本次遊程的遊客有 29 人(10.5%)。由結果顯示，在受訪遊客中多數的遊客皆受北宜高開通之影響，可見交通建設的發展的確可促進觀光的发展。

(三) 遊程規劃受北宜高開通影響情況：受開通而影響遊程規劃的遊客有 193 人(70.2%)，未受北宜高開通而影響遊程規劃的遊客有 82 人(29.8%)。

(四) 住宿行為受北宜高開通影響情況：受影響住宿行為之遊客共 164 人(59.6%)，未受北

宜高開通而影響住宿行為之遊客共 109 人(39.6%)。另外在受北宜高速公路開通後影響住宿行為的 164 位遊客中，其中受開通影響而選擇不住宿的遊客有 95 人(59.4%)，受開通影響而選擇住宿的遊客有 65 人(23.6%)。

三、民宿吸引力之認同程度

在民宿吸引力的認同程度方面，北部遊客認為的吸引力前 5 順位分別為「環境清潔衛生(4.57%)」、「住宿環境讓我有身心鬆弛的感覺(4.49%)」、「親切及樸實的服務(4.42%)」、「住宿環境具有隱私性(4.31%)」以及「本身具有優美的風景及視野(4.29%)」，遊客認為民宿吸引力以『設施』、『區位及環境』、『服務』是較為重視的。在遊客對民宿吸引力的認同度最低的 4 順位排序分別為「附設運動設施(如：健身房、游泳池、球場、兒童遊戲場...等) (3.58%)」、「提供完整的套裝旅遊(3.83%)」、「提供當地休閒遊憩及產業的活動體驗(如：採果、網魚、DIY 活動...等) (3.85%)」、「提供民宿附近的大自然體驗活動或自然生態觀察(3.94%)」，認同度低的面向則以『活動』為主。

四、業者經營策略之認同程度

在北宜高速公路開通後，民宿業者提供的策略認同度的部分，北部遊客所認同的業者經營策略前 7 順位分別為「若提高民宿住宿設備之舒適性會增加我的留宿意願(如：衛浴設施、床單清潔、床墊的狀況、隔音設施...等) (4.36%)」、「若提高民宿住宿設備之安全性會增加我的留宿意願(如：客房安全、防火管理、緊急救難設施...等) (4.22%)」、「民宿若能開發夜間的體驗活動會增加我的留宿意願(如：配合傳藝中心晚間展演活動、放天燈...等) (4.12%)」、「民宿業者若能代購景點門票，並具有優惠折扣會增加我的留宿意願(4.07%)」、「民宿的房間若具有特色會增加我的留宿意願(如：歐式風格、主題房型...等) (4.06%)」、「民宿業者若能提供折價卷或住宿抵用卷會增加我的留宿意願(4.03%)」以及「民宿業者若能針對不同族群提供各項促銷活動會增加我的留宿意願(學生專案、情人專案、生日住宿折扣...等) (4.02%)」，遊客對於民宿吸引力在『內部基本設施』是較為重視的；在遊客對業者經營策略的認同度最低的 5 順位排序分別為「民宿若增設休閒娛樂設施會增加我的留宿意願(如：KTV、卡拉 OK、舞廳、酒吧...等) (3.00%)」、「民宿若增設餐飲空間會增加我的留宿意願(如：餐廳、咖啡廳...等)(3.45%)」、「民宿業者若能接受國民旅遊卡付款會增加我的留宿意願(3.49%)」、「民宿若能提供專業能力證明會增加我的留宿意願(如：觀光旅遊局專業教育課程、民宿協會的訓練觀摩...等)(3.69%)」以及「民宿若提供專業導覽解說服務會增加我的留宿意願(3.73%)」，認同度低的面向多以『硬體設施』為主。

五、民宿吸引力因素分析

將民宿吸引力問項進行因素分析，利用 Bartlett 球形檢定與 KMO 適切性抽樣檢定進行因素分析前之檢測，由分析顯示 Bartlett 球形檢定達顯著水準($P=0.000$)，且 KMO 抽樣妥適度為 0.870，顯示問項具有利用因素分析簡化之合理性。研究分析結果顯示 20 個問項被簡化成五個因素，總解釋變異量為 61.35%，按其因素負荷量分析排序後，得表 1 之結果。

表 1. 民宿吸引力認同度因素分析統計表

Table 1. Factor analysis result of agreement level of home stay attraction.

民宿吸引力問項	因素 1	因素 2	因素 3	因素 4	因素 5
A10 本身具有優美的風景及視野	.704	.194	.131	-.107	.340
A12 環境單純及清靜	.692	.115	.024	.230	.131
A19 住宿環境讓我有身心鬆弛的感覺	.653	.323	.087	.171	-.019
A6 親切及樸實的服務	.640	.003	.387	.232	.013
A3 客房設計具特色	.570	-.040	.545	-.058	.045
A20 住宿環境具有隱私性	.562	.259	-.090	.390	-.010
A15 具優良的形象及聲譽	.510	.237	.216	.358	.146
A2 環境清潔衛生	.508	.066	.356	.263	.028
A11 本身建築具特色	.503	.395	.058	-.211	.228
A17 提供民宿附近的大自然體驗活動或自然生態觀察	.196	.824	.124	.025	.041
A16 提供當地休閒遊憩及產業的活動體驗	.066	.807	.151	.105	.158
A18 提供不同於日常生活的體驗	.297	.767	.157	.098	.016
A4 提供膳食	.148	.150	.775	.124	.117
A5 提供當地特色餐飲	.159	.405	.733	.076	.063
A14 餐飲收費價格便宜	.162	.096	.144	.835	.165
A13 住宿價格便宜	.198	.019	.118	.812	.130
A1 附設運動設施	.020	.064	-.021	.032	.655
A9 鄰近主要的風景及主要遊憩活動場所	.423	.085	.051	.139	.640
A8 投宿地點交通便利	.124	-.007	.388	.208	.579
A7 提供完整的套裝旅遊	-.051	.255	.446	.217	.455
總解釋變異量 61.35					

註： 1.有效樣本 275 人

2.各單題問項之得分範圍由「1」至「5」，其中「1」表示「非常不同意」，「5」表示「非常同意」。

六、業者策略之因素分析

將業者策略問項進行因素分析，利用 Bartlett 球形檢定與 KMO 適切性抽樣檢定進行因素分析前之檢測，由分析顯示 Bartlett 球形檢定達顯著水準($P=0.000$)，且 KMO 抽樣妥適度為 0.900，顯示問項具有利用因素分析簡化之合理性。研究分析結果顯示 20 個問項被簡化成七個因素，總解釋變異量為 64.89%，按其因素負荷量分析排序後，得表 2 之結果。

因素一包含六個問項分別為「民宿若能提供體驗當地人文風俗或民俗活動會增加我的留宿意願(如：茅草牛車之旅、體驗檜木之家-羅東...等)」、「民宿若能提供當地產業的活動體驗會增加我的留宿意願(如：採果、網魚、DIY 活動...等)」、「民宿若能提供附近的大自然體驗活動或自然生態觀察會增加我的留宿意願(如：生態解說、植物生態觀察...等)」、「民宿若能開發夜間的體驗活動會增加我的留宿意願(如：配合傳藝中心晚間展演活動、放天燈...等)」、「民宿若能提供體能競技或趣味活動會增加我的留宿意願(如：體驗高空飛行

傘、生存遊戲、闖關遊戲...等)」以及「民宿若能提供專業能力證明會增加我的留宿意願(如：觀光旅遊局專業教育課程、民宿協會的訓練觀摩...等)」；因此將因素一命名為「民宿提供的活動體驗」。

因素二包含五個問項分別為「若提高民宿住宿設備之舒適性會增加我的留宿意願(如：衛浴設施、床單清潔、床墊的狀況、隔音設施...等)」、「若提高民宿住宿設備之安全性會增加我的留宿意願(如：客房安全、防火管理、緊急救難設施...等)」、「若提高民宿住宿設備之便利性會增加我的留宿意願(如：洗衣設備、洗衣服務、無線上網、無障礙空間、炊煮設備...等)」、「民宿若能提供膳食會增加我的留宿意願(如：早、午餐或晚餐)」以及「民宿若能提供免付費腳踏車的使用會增加我的留宿意願」；因此將因素二命名為「民宿提供住宿相關設備」。

因素三包含六個問項分別為「民宿業者若能提供折價卷或住宿抵用卷會增加我的留宿意願」、「民宿業者若能與當地商家結盟提供優惠方案會增加我的留宿意願(如：名產店家、餐飲店家...等)」、「民宿業者若能利用本身專長或特殊才能提供各項服務會增加我的留宿意願(如：民宿婚禮、蜜月旅行規劃、命理服務、音樂交流...等)」、「民宿業者若能針對不同族群提供各項促銷活動會增加我的留宿意願(學生專案、情人專案、生日住宿折扣...等)」、「民宿業者若能於住宿時贈送當地特色商品會增加我的留宿意願(如：當地名產、特有有機蔬菜...等)」以及「民宿業者若能接受國民旅遊卡付款會增加我的留宿意願」；因此將因素三命名為「民宿業者提供的促銷方式」。

因素四包含五個問項分別為「民宿業者若能代租借汽、機車會增加我的留宿意願」、「若民宿業者主動提供旅遊資訊及遊程規劃資訊會增加我的留宿意願」、「民宿業者若能代購景點門票，並具有優惠折扣會增加我的留宿意願」、「民宿業者若能提供車站接送服務會增加我的留宿意願」以及「若民宿業者能主動與遊客分享生活經驗會增加我的留宿意願」。因此將因素四命名為「民宿業者提供附加的相關服務」。

因素五包含三個問項分別為「民宿業者若提供套裝行程服務會增加我的留宿意願(如：龜山島賞鯨行程、太平山森林遊樂區、棲蘭神木園、國立傳統藝術中心、溫泉 SPA...等)」、「民宿若能提供當地特色餐飲會增加我的留宿意願」以及「民宿若提供專業導覽解說服務會增加我的留宿意願」；因此將因素五命名為「民宿的周邊套裝行程服務」。

因素六包含三個問項分別為「若改善民宿的建築外觀使其更具特色會增加我的留宿意願(如：三合院、異國建築...等)」、「民宿的房間若具有特色會增加我的留宿意願(如：歐式風格、主題房型...等)」以及「民宿若能增設花園等景觀休憩空間會增加我的留宿意願」；因此將因素六命名為「民宿的硬體設施特色」。

因素七包含二個問項分別為「民宿若增設休閒娛樂設施會增加我的留宿意願(如：KTV、卡拉 OK、舞廳、酒吧...等)」以及「民宿若增設餐飲空間會增加我的留宿意願(如：餐廳、咖啡廳...等)」；因此將因素七命名為「民宿的休閒娛樂及餐飲設施」。

表 2. 業者經營策略認同度因素分析統計表

Table 2. Factor analysis result of agreement level of home stay owners' management strategies.

業者經營策略問項	因素 1	因素 2	因素 3	因素 4	因素 5	因素 6	因素 7
民宿若能提供體驗當地人文風俗或民俗活動會增加我的留宿意願(如：茅草牛車之旅、體驗檜木之家-羅東...等)	.8266	.1196	.1361	.1463	.2151	.0360	-.0601
民宿若能提供當地產業的活動體驗會增加我的留宿意願(如：採果、網魚、DIY 活動...等)	.7893	.1815	.1849	.0251	.2043	.0716	.0542
民宿若能提供附近的大自然體驗活動或自然生態觀察會增加我的留宿意願(如：生態解說、植物生態觀察...等)	.7462	.1392	.0408	.1290	.3077	.1357	-.0583
民宿若能開發夜間的體驗活動會增加我的留宿意願(如：配合傳藝中心晚間展演活動、放天燈...等)	.6615	.0734	.2053	.3364	-.1805	.1515	.1164
民宿若能提供體能競技或趣味活動會增加我的留宿意願(如：體驗高空飛行傘、生存遊戲、闖關遊戲...等)	.6407	.0302	.2867	.2346	-.1105	.2027	.1958
民宿若能提供專業能力證明會增加我的留宿意願(如：觀光旅遊局專業教育課程、民宿協會的訓練觀摩...等)	.3898	.1535	.3649	.0731	.3797	.1415	.0607
若提高民宿住宿設備之舒適性會增加我的留宿意願(如：衛浴設施、床單清潔、床墊的狀況、隔音設施...等)	.0741	.7720	.0348	.1393	.0393	.3481	.0804
若提高民宿住宿設備之安全性會增加我的留宿意願(如：客房安全、防火管理、緊急救難設施...等)	.1626	.7341	.1801	.1316	.1432	.0858	.0514
若提高民宿住宿設備之便利性會增加我的留宿意願(如：洗衣設備、無障礙空間、炊煮設備...等)	.1240	.6556	.2225	.1239	.0888	.1012	.2421
民宿若能提供膳食會增加我的留宿意願	-.0472	.5784	.3145	-.0003	.4391	.0974	.1630
民宿若能提供免付費腳踏車會增加我的留宿意願	.3239	.5502	.0887	.3515	-.0701	.0224	.2142
民宿業者若能提供住宿抵用卷會增加我的留宿意願	.1052	.2369	.7256	.2076	.0227	.0908	.0807
民宿業者若能與當地商家結盟提供優惠方案會增加我的留宿意願(如：名產店家、餐飲店家...等)	.2098	.2278	.6841	.3095	.0696	.0913	.0585
民宿業者若能利用本身專長或特殊才能提供各項服務會增加我的留宿意願(如：民宿婚禮、蜜月旅行規劃、命理服務、音樂交流...等)	.3195	-.1096	.5893	.0898	.1853	.2258	.2272
民宿業者若能針對不同族群提供各項促銷活動會增加我的留宿意願(學生專案、生日住宿折扣...等)	.1505	.0324	.5800	.1891	-.0453	.4516	.1449
民宿業者若能於住宿時贈送當地特色商品會增加我的留宿意願(如：當地名產、特有有機蔬菜...等)	.1219	.3689	.5040	.1742	.2631	.0781	-.0012
民宿業者若能接受國民旅遊卡付款會增加我的留宿意願	.1180	.3613	.4700	.0970	.1858	-.1351	.0077
民宿業者若能代租借汽、機車會增加我的留宿意願	.0853	.0696	.2456	.7321	.1920	.0297	.1192
若民宿業者主動提供旅遊資訊及遊程規劃資訊會增加我的留宿意願	.2185	.1233	.1255	.7042	.3376	.2640	.0136
民宿業者若能代購景點門票，並具有優惠折扣會增加我的留宿意願	.2511	.2563	.3339	.6149	-.0400	.0279	.0938
民宿業者若提供車站接送服務會增加我的留宿意願	.1401	.2275	.3298	.5364	.0979	.1881	.1560
若民宿業者能主動與遊客分享生活經驗會增加我的留宿意願	.4157	.1921	.0312	.4824	.3380	.2480	.0723
民宿業者若提供套裝行程服務會增加我的留宿意願(如：龜山島賞鯨行程、太平山森林遊樂區、棲蘭神木園、國立傳統藝術中心、溫泉 SPA...等)。	.1636	.0542	.1395	.2756	.6332	.0144	.3123

民宿若能提供當地特色餐飲會增加我的留宿意願	.1883	.3941	.1348	.1536	.5858	.3106	.0677
民宿若提供專業導覽解說服務會增加我的留宿意願	.3408	.1419	.0711	.4233	.5494	.0699	.2079
若改善民宿的建築外觀使其更具特色會增加我的留宿意願(如：三合院、異國建築...等)	.2774	.1119	.1508	.1305	.2890	.6832	-.0759
民宿的房間若具有特色會增加我的留宿意願(如：歐式風格、主題房型...等)	-.011	.2076	.1296	.2388	-.1187	.6335	.3365
民宿若能增設花園等景觀休憩空間會增加我的留宿意願	.3130	.3414	.1198	.0249	.2349	.6287	-.0645
民宿若增設休閒娛樂設施會增加我的留宿意願(如：KTV、卡拉 OK、舞廳、酒吧...等)	.0222	.1259	.0831	.1380	.1385	-.0431	.8345
民宿若增設餐飲空間會增加我的留宿意願	.0690	.2753	.1587	.0936	.1803	.1756	.7550

總解釋變異量 64.89

註： 1.有效樣本 275 人 2.各單題問項之得分範圍由「1」至「5」，其中「1」表示對該問項「非常不同意」，「5」表示對該問項「非常同意」。

結 論

一、北宜高速公路開通對遊客影響

研究結果發現，北部遊客的遊程規劃停留時間及住宿行為皆受交通建設之影響。遊客的遊程規劃停留時間在北宜高速公路開通後有明顯減少之趨勢，遊程規劃停留時間由原本的二日遊轉變為一、二日遊。另外對於遊客住宿行為的改變情形，北部遊客以受影響且不住宿者多，可見北宜高速公路開通的確使北部遊客到宜蘭留宿的意願些許降低。此結果與本研究假設相符，證明交通建設的便利性對於遊客各項旅遊行為及住宿行為的確具有影響，如政府預期，北宜高速公路開通可為宜蘭帶來可觀的觀光人潮，經本研究結果了解受訪遊客的各項旅遊行為也皆受開通影響；但北宜高速公路開通對宜蘭民宿經營的正面及負面影響為何，則可望日後更進一步研究得知。

二、面對北部地區遊客民宿吸引力發展優先順序之參考

除了以分析結果瞭解北部遊客對民宿吸引力構面的認同程度外，本研究將北部遊客所認同的不同構面項目平均數高低排序，藉以作為後續改善與發展之策略擬定優先次序。

民宿吸引力的因素構面中，其包含的內容及排序如下(如表 3)：在因子一「民宿基本硬體及服務之吸引力」因素構面中，遊客最重視的為「環境清潔衛生」，其次為「住宿環境讓我有身心鬆弛的感覺」。因子二「民宿之活動吸引力」，其遊客最重視的為「提供不同於日常生活的體驗」，其次為「提供民宿附近的大自然體驗活動或自然生態觀察」。因子三「民宿之餐飲吸引力」因素構面中，遊客最重視的為「提供膳食」，其次為「提供當地特色餐飲」。因子四「民宿價格之吸引力」因素構面中，遊客最重視的為「住宿價格便宜」，其次為「餐飲收費價格便宜」。因子五「民宿周邊環境及附屬設施之吸引力」因素構面中，遊客最重視的為「鄰近主要的風景及主要遊憩活動場所」，其次為「投宿地點交通便利」。

表 3. 民宿吸引力因素構面其策略因子排序表

Table 3. The Rank order of home stay owners' management strategies in the dimensions of home stay attraction.

因素名	業者經營策略問項	平均數
民宿基本硬體及服務之吸引力	環境清潔衛生	4.57
	住宿環境讓我有身心鬆弛的感覺	4.49
	親切及樸實的服務	4.42
	住宿環境具有隱私性	4.31
	本身具有優美的風景及視野	4.29
	環境單純及清靜	4.26
	具優良的形象及聲譽	4.25
	客房設計具特色	4.23
	本身建築具特色	4.00
民宿之活動吸引力	提供不同於日常生活的體驗	4.09
	提供民宿附近的大自然體驗活動或自然生態觀察	3.94
	提供當地休閒遊憩及產業的活動體驗	3.85
民宿之餐飲吸引力	提供膳食	4.04
	提供當地特色餐飲	4.03
民宿價格之吸引力	住宿價格便宜	4.18
	餐飲收費價格便宜	4.03
民宿周邊環境及附屬設施之吸引力	鄰近主要的風景及主要遊憩活動場所	4.11
	投宿地點交通便利	4.11
	附設運動設施	3.58
	提供完整的套裝旅遊	3.83

三、面對北部地區遊客業者策略發展優先順序之參考

除了以分析結果瞭解北部遊客對業者策略構面的認同程度外，本研究將北部遊客所認同業者策略的不同構面項目平均數高低排序，藉以作為後續改善與發展之策略擬定優先次序。

民宿吸引力的因素構面中，其包含的內容及排序如下(如表 4)：在因子一「民宿提供的活動體驗」因素構面中，遊客最重視的為「民宿若能開發夜間的體驗活動會增加我的留宿意願(如：配合傳藝中心晚間展演活動、放天燈...等)」，其次為「民宿若能提供體驗當地人文風俗或民俗活動會增加我的留宿意願(如：茅草牛車之旅、體驗檜木之家-羅東...等)」。

因子二「民宿提供住宿相關設備」，其遊客最重視的為「若提高民宿住宿設備之舒適性會增加我的留宿意願(如：衛浴設施、床單清潔、床墊的狀況、隔音設施...等)」，其次為「若提高民宿住宿設備之安全性會增加我的留宿意願(如：客房安全、防火管理、緊

急救難設施...等)」。因子三「民宿業者提供的促銷方式」因素構面中，遊客最重視的為「民宿業者若能提供折價卷或住宿抵用卷會增加我的留宿意願」，其次為「民宿業者若能針對不同族群提供各項促銷活動會增加我的留宿意願(學生專案、情人專案、生日住宿折扣...等)」。因子四「民宿業者提供附加的相關服務」因素構面中，遊客最重視的為「民宿業者若能代購景點門票，並具有優惠折扣會增加我的留宿意願」，其次為「若民宿業者主動提供旅遊資訊及遊程規劃資訊會增加我的留宿意願」。因子五「民宿的周邊套裝行程服務」因素構面中，遊客最重視的為「民宿業者若提供套裝行程服務會增加我的留宿意願(如：龜山島賞鯨行程、太平山森林遊樂區、棲蘭神木園、國立傳統藝術中心、溫泉 SPA...等)」，其次為「民宿若能提供當地特色餐飲會增加我的留宿意願」。因子六「民宿的硬體設施特色」因素構面中，遊客最重視的為「民宿的房間若具有特色會增加我的留宿意願(如：歐式風格、主題房型...等)」，其次為「民宿若能增設花園等景觀休憩空間會增加我的留宿意願」。因子七「民宿的休閒娛樂及餐飲設施」因素構面中，遊客最重視的為「民宿若增設餐飲空間會增加我的留宿意願(如：餐廳、咖啡廳...等)」，其次為「民宿若增設休閒娛樂設施會增加我的留宿意願(如：KTV、卡拉 OK、舞廳、酒吧...等)」。

表 4. 業者策略因素構面其策略因子排序表

Table 4. The Rank order of home stay owners' management strategies in the dimensions of management strategies.

因素名	業者經營策略問項	平均數
因素一 民宿提供的活動體驗	民宿若能開發夜間的體驗活動會增加我的留宿意願	4.12
	民宿若能提供體驗當地人文風俗或民俗活動會增加我的留宿意願	3.97
	民宿若能提供附近的大自然體驗活動或自然生態觀察會增加我的留宿意願	3.97
	民宿若能提供當地產業的活動體驗會增加我的留宿意願	3.93
	民宿若能提供體能競技或趣味活動會增加我的留宿意願	3.86
	民宿若能提供專業能力證明會增加我的留宿意願	3.69
因素二 民宿提供住宿相關設備	若提高民宿住宿設備之舒適性會增加我的留宿意願	4.36
	若提高民宿住宿設備之安全性會增加我的留宿意願	4.22
	若提高民宿住宿設備之便利性會增加我的留宿意願	4.00
	民宿若能提供免付費腳踏車的使用會增加我的留宿意願	3.99
	民宿若能提供膳食會增加我的留宿意願	3.95
因素三 民宿業者提供的促銷方式	民宿業者若能提供折價卷或住宿抵用卷會增加我的留宿意願	4.03
	民宿業者若能針對不同族群提供各項促銷活動會增加我的留宿意願	4.02
	民宿業者若能與當地商家結盟提供優惠方案會增加我的留宿意願	4.00
	民宿業者若能於住宿時贈送當地特色商品會增加我的留宿意願	3.85
	民宿業者若能利用本身專長或特殊才能提供各項服務會增加我的留宿意願	3.76
	民宿業者若能接受國民旅遊卡付款會增加我的留宿意願	3.49

因素四	民宿業者提供附加的相關服務	民宿業者若能代購景點門票，並具有優惠折扣會增加我的留宿意願	4.07
		若民宿業者主動提供旅遊資訊及遊程規劃資訊會增加我的留宿意願	4.00
		若民宿業者若能提供車站接送服務會增加我的留宿意願	3.98
		若民宿業者能主動與遊客分享生活經驗會增加我的留宿意願	3.81
因素五	民宿的周邊套裝行程服務	民宿業者若能代租借汽、機車會增加我的留宿意願	3.79
		民宿業者若提供套裝行程服務會增加我的留宿意願	3.97
		若民宿業者能提供當地特色餐飲會增加我的留宿意願	3.95
		若民宿業者能提供專業導覽解說服務會增加我的留宿意願	3.73
因素六	民宿的硬體設施特色	民宿的房間若具有特色會增加我的留宿意願	4.06
		若改善民宿的建築外觀使其更具特色會增加我的留宿意願	4.00
		若改善民宿的建築外觀使其更具特色會增加我的留宿意願	3.97
因素七	民宿的休閒娛樂及餐飲設施	若改善民宿的建築外觀使其更具特色會增加我的留宿意願	3.45
		若改善民宿的建築外觀使其更具特色會增加我的留宿意願	3.00

參考文獻

- 交通部國工局。2007。國道5號南港蘇澳段通車前後調查分析計畫-第一次調查成果報告。鼎漢國際工程顧問公司。
- 林奕君。2005。民宿關係品質模式之研究。國立中興大學園藝學系研究所碩士論文。
- 邱皓政。2006。量化研究與統計分析。五南書局。
- 姜惠娟。1997。休閒農業民宿旅客特性與需求之研究。國立中興大學園藝學系研究所碩士論文。
- 浦心蕙。1992。遊憩區遊客選擇住宿行為之研究。國立中興大學園藝學系研究所碩士論文。
- 許瑛卉。2006。北宜高通車對蘇澳觀光衝擊之探究。台北教育大學社會科教育學系研究所碩士論文。
- 葉陳錦。2005。民宿旅客之消費行為探討-以花蓮地區為例。東華大學企業管理學系研究所碩士論文。
- 廖榮聰。2003。民宿旅客投宿體驗之研究。朝陽科技大學休閒事業管理學系研究所碩士論文。

Impacts of Taipei-Yilan Highway on Home Stay Business in Yilan Area- A Case Study of Northern Tourists' Behavior and Identification

Yu-Ting Shen ¹⁾ Sheng-Jung Ou ²⁾ Yu-Hsiu Huang ³⁾

Key words: Home stay, Attraction, Management strategy

Summary

Home stay has become an important option when tourists select their accommodation since 1980 in Taiwan. However, during the process of tourism development, the accessibility, which indirectly influences tourists' selection behavior of accommodation, has always been an important factor. This study tried to recognize whether the open of Taipei-Yilan Highway had an impact on tourists' willingness to re-experience home stay in Yilan. Meanwhile, this study was to discuss the tourists' identification for home stay attractions and practical management strategies. To achieve this study objective, the study conducted a questionnaire survey in April, 2008. Tourists in National Center of Traditional Art were the source of respondents and 275 valid samples were obtained. By performing factor analysis, using attractions of home stay as input variables, the study extracted five factors, named as the attractions of facilities and services, the attractions of activity experience, the attractions of home stay features, the attractions of inexpensive price, and the attractions of recreational conditions. Home stay owners might satisfy tourists' demand based upon the importance level of these five factors. Using management strategies as input variables, the result of factor analysis showed that there were seven factors could be extracted, named as the provision of activity experience, the provision of equipment, the provision of promotional approaches, the provision of additional related services, the provision of the tour packages, the features of hard facilities, and the leisure and café facilities. These seven factors could provide home stay owners with management directions for areas where might face the similar impacts caused by the infrastructural construction of major transportation.

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

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

3) Ph.D. student, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

Lecturer, Department of Landscape Architecture, Chungchou Institute of Technology.

興大園藝

第三十三卷 第三期

套袋及環剝對紅龍果果實生長發育之影響	黃琇亭 林慧玲	1
貯藏溫度對'巨峰'葡萄品質之影響	李文豪 謝慶昌	17
蓮霧果實之生長	羅惠萍 賴榮茂 陳京城 楊耀祥	29
高溫對彩色甜椒花粉活力與授粉之影響	王昭月 曾夢蛟	43
穴格株數對北蔥種苗生長之影響	陳士寬 宋 好	59
有機養液栽培對胡瓜'夏笛'生長發育之影響	呂彥誠 李文汕	69
聖誕紅色素基因轉殖之研究	李翠鳳 王強生 朱建鏞	85
電照週期與對文心蘭'Gower Ramsey'花序發育及品質之影響	林子倫 林瑞松	101
以大學生之觀點探索環境神秘性之性質	紀芬蓮 歐聖榮 林建堯	117

國立中興大學園藝學系編印

中華民國九十七年九月

套袋及環剝對紅龍果果實生長發育之影響

黃琇亭¹⁾ 林慧玲²⁾

關鍵字：紅龍果、套袋、環剝

摘要：紅龍果果實套袋後增加果皮 L 值，並且套袋對果實內部成份皆沒有影響。開花後 16 天進行紅龍果肉質莖環剝處理會促進部分果實的後熟而提早果實轉色，此外環剝顯著減少果實大小、果肉可滴定酸、有機酸、可溶性糖、葡萄糖和果糖等成分，主要在此階段為澱粉合成旺盛時期，進行環剝處理減少碳水化合物的供給所導致。

前 言

紅龍果 (*Hylocereus undatus*) 原生熱帶美洲森林，為仙人掌科三角柱屬(*Hylocereus*) 之半附生性仙人掌植物，具有可食用的果實，目前包含美國、越南、日本、澳洲和以色列等國家已引進栽培，為一新興熱帶果樹(Nobel and De la Barrera, 2004)。

套袋可減少光線透過率，導致葉綠素含量下降而能增進果實品質，其可能的原因是套袋抑制果皮葉綠素的合成或將果皮的葉綠素降解，並減少花青素的含量(Wang, *et al.*, 2005; Jia *et al.*, 2005)。果實的生長部位也會影響果皮的顏色，生長在外側樹冠的蘋果及桃其顏色較鮮紅且飽和，而內側樹冠的果實則顏色較暗淡(Bible and Singha, 1993; Genard and Bruchou, 1992; Barritt, 1987)，在柑橘的實驗中也有類似的結果，柑橘果實的外觀顏色受到套袋及著果位置的影響(Mars *et al.*, 1994)，這是因為花青素受到紅光及遠紅光比值的影響所導致(Tyas *et al.*, 1998)。

環剝主要影響韌皮部的運輸、代謝的分配及葉片的光合作用。同化產物可以直接累積在環剝處以上部位，普遍增加整個樹冠的碳水化合物含量，碳水化合物的增加導因於韌皮部的裝載被抑制，因此增加環剝以上區域碳水化合物可被積儲器官新陳代謝利用的能力。然葉片累積大量的碳水化合物所造成的回饋抑制作用會減低光合作用的活性(Goren, *et al.*,

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系副教授，通訊作者。

2004)。環剝處理可以增加果實的大小，可能導因於果實生長期間光合作用提供的增加，並且在葡萄、桃、油桃、芒果、酪梨、橄欖及柿果的研究中，已證實環剝能夠增進果實的大小而具有正面的影響(Goren, *et al.*, 2004)。在葡萄的栽培上，環剝已被廣泛的應用以增加果實大小、增進果皮顏色和促進後熟(Gonzalo *et al.*, 1984)。在葡萄漿果後熟開始的階段，也就是硬核期開始時進行環剝，除可增加果實的大小也能促進果實的品質，並增加‘Italia’葡萄可滴定酸含量(Carreño *et al.*, 1998)。紅龍果果實轉色前果肉酸度會有一短暫起伏的現象出現，為研究果肉酸度的變化與果皮顏色變化之間的相關性，進行果實的套袋與環剝處理。

材 料 方 法

一、試驗材料

本實驗以台中縣霧峰鄉施姓農民所栽培之紅皮白肉越南種紅龍果(*Hylocereus undatus* Britt. & Rose)為試驗材料。該果園之栽培方式係一根水泥柱栽培三棵紅龍果植株，株距3公尺，每年12月進行植株之修剪，修剪後於12月至1月間施用基肥，每根水泥柱施用8公斤有機肥與2公斤43號化學肥料，並於5月再施用一次43號化學肥料1公斤。試驗於2007年9月26日開始進行，開花當日處理組使用雙層不透光紙袋進行套袋處理，紙袋外層為褐色內層為黑色，另一處理組則在花後16天進行環剝處理，環剝部位在果實著生部位上下約10cm處，除去中央維管束外之組織，寬度為1cm。並且在花後第22、24、26、29及第31天分別採收，每次取10果為5重複。

二、調查項目

(一)呼吸率及乙烯生成率

果實採收後與肉質莖完整分離，洗淨秤重後置入呼吸缸中，在密閉系統下靜置1小時，自塑膠管內抽取1ml之氣體測定樣品中乙烯及二氧化碳濃度。二氧化碳測定採用紅外線二氧化碳測定儀(IR-analyzer, Maihak, Model UNOR610)，計算其呼吸率，單位為ml CO₂/kg/hr。乙烯生成速率以氣相層析儀(gas chromatograph, Shimadzu, Model GC-8A)配以火焰離子檢出器(FID)測定，再由濃度之變化計算出乙烯之生成速率，單位為μlC₂H₄/kg/hr。

(二)果實顏色測定

於果實赤道部位以手持式色差儀(MiniScan®XE Plus, 4500S)測定果皮顏色，果色以L、a*、b*表示之。a值為正表示紅色，為負表示綠色；b值為正表示黃色，為負表示藍色；L值(lightness)表示明度，100為白色，0為黑色。

(三)全可溶性固形物測定

分別秤取10g樣品加入30ml的蒸餾水後均質，再以紗布過濾(花後5天只分析果皮及肉質莖，取10g樣品加入20ml的蒸餾水均質)。以手持屈折計(hand refractometer, Atago,

Model N1)測定可溶性固形物含量，單位以°Brix 表示。

(四)可滴定酸

稱取 10g 的樣品加入 30 ml 的蒸餾水均質，再以紗布過濾(花後 20 天只分析果皮及肉質莖，取 10g 樣品加入 20 ml 的蒸餾水均質)，以定量滴管吸取過濾後的樣品萃取液 5ml，加入 25 ml 的蒸餾水，用標準 0.1N NaOH 滴定至 pH8.1-pH8.2，紀錄 0.1N NaOH 滴定毫升數再換算為蘋果酸含量，單位以%表示。

(五)果糖、葡萄糖及蔗糖含量分析

環剝果實取 1g 樣品切成小塊置於試管中，加入 5ml 之 80%乙醇，在 70°C 熱水浴中加熱 20 分鐘，收集酒精抽出液，殘渣再加入 5ml 之 80%乙醇重複抽取一次，混合兩次抽出液，在 50°C 下進行減壓濃縮，直到乙醇完全被蒸發為止，接著加入少許去離子水將濃縮物質完全溶出，再以微量離心管定量至 1ml，置於-20°C 下備用。抽出液以 0.45µm nylon filter (Millipore Co. U.S.A.)過濾膜去除大分子，濾液稀釋至適當濃度後以 HPLC 分析果糖、葡萄糖及蔗糖。HPLC 分離管柱為 Sugar-PAK (Waters Co. U.S.A.)置於 80°C 之恆溫箱，移動相為 0.0001M Ca-EDTA，流速為 0.5ml/min，以 RI detector (Model RID-6A, Shimadzu)為檢出器。以 0.2%及 0.05%之葡萄糖、果糖及蔗糖混合液為標準品，計算檢量線，由積分儀 (Model C-R6A, Shimadzu) 所紀錄之面積換算樣品的各成分之濃度。

(六)有機酸含量分析

環剝果實取 1g 果肉切成小塊置於試管中，加入 5ml 之 80%乙醇，在 70°C 熱水浴中加熱 20 分鐘，收集酒精抽出液，殘渣再加入 5ml 之 80%乙醇重複抽取一次，混合兩次抽出液，在 50°C 下進行減壓濃縮，直到乙醇完全被蒸發為止，接著加入少許去離子水將濃縮物質完全溶出，再以微量離心管定量至 1ml，置於-20°C 下備用。接著加入少許去離子水將濃縮物質完全溶出，再以微量離心管定量至 1ml。抽出液以 0.45µm nylon filter (Millipore Co. U.S.A.)過濾膜去除大分子，濾液稀釋至適當濃度後以 HPLC 分析有機酸含量，使用 Mightysil 系列分離管柱(RP-18 GP 250-4.6, 5µm, Cica reagent, Japan)，移動相為 2% KH₂PO₄ pH 2.4，流速為 0.8ml/min，以 UV detector (Model L-7400, Hitachi)為檢出器，波長 210nm。標準品為草酸(0.1%)、酒石酸(0.1%)、蘋果酸(0.1%)、抗壞血酸(0.01%)及檸檬酸(0.1%)之混合液，由積分儀(Model D-2000, Hitachi)所紀錄標準品各成分的停滯時期及積算面積，藉此標準品之訂量換算樣品的有機酸成分及濃度。

(七)碳水化合物含量分析

精秤 0.1g 樣品粉末放入 12ml 的離心管中，加入 10ml 的去離子水，置於 30°C 水浴中振盪 3 小時，取出後於室溫下以 1000xg 離心 10 鐘，過濾後取上層液測總可溶性糖含量，殘渣置於 70°C 烘箱烘乾，待完全乾燥後取出以供澱粉含量之測定。

(1)總可溶性糖測定

採用 Dubois(1956)之測定方法，取過濾之上層液 0.1ml 加入 9.9ml 的去離子水，而肉質莖則是取 0.1ml 上層液加入 4.9ml 的去離子水稀釋，混合均勻後，各取 0.1ml 稀釋液並

加入 1.9ml 去離子水及 0.1ml 90%石炭酸(liquid phenol)，迅速加入 6ml 濃硫酸混合均勻，靜置 30 分鐘之後以分光光度計(spectrophotometer, Shimadzu UV-200S)測定波長 490nm 之吸光值。標準曲線以 0.5 μ mole/ml glucose 配置，單位換算為%。

(2)澱粉含量測定

取上述烘乾之殘渣加入 2ml 去離子水，放入沸水中煮沸 15 分鐘，取出後迅速冷卻，加入 2ml 9.2N HClO₄ 振盪 15 分鐘，加入 6ml 去離子水，於室溫下以 1000xg 離心 10 分鐘，過濾後取 0.1ml 上層液加入 1.9ml 去離子水及 0.1ml 90%石炭酸(liquid phenol)，迅速加入 6ml 濃硫酸混合均勻，靜置 30 分鐘後以分光光度計(spectrophotometer, Shimadzu UV-200S)測定波長 490nm 之吸光值。標準曲線以 0.5 μ mole/ml glucose 配置，單位換算為%。

結 果

(一) 果實外觀及果實重量變化

越南種紅皮白肉紅龍果在開花後使用褐色牛皮紙袋套袋，或在開花後 16 天進行環剝處理。在果實外觀的部份，套袋使果皮顏色變淺，雖不影響果皮顏色 a*和 b*值，但是套袋能顯著的提升果皮的 L 值，使果皮呈現亮紅色(圖 1、2)。此外套袋也會影響果實的苞片顏色，使套袋果實在花後 31 天其苞片有較高的 L、b*和 C 值，也就是說套袋果實苞片顏色較亮且黃，而對照組則轉為綠色(表 1)。環剝不影響果實外觀，但環剝果實有較高的 L，且會使部分果實提早轉色成熟(圖 1、2)。套袋果實在果實成熟時略重於對照組，但是處理間沒有顯著的差異；環剝在各個生長階段明顯減少果實的重量(圖 3)。

(二) 呼吸率及乙烯生成率

果實採收後於密閉系統下測量乙烯生成率和呼吸率的變化。紅龍果乙烯濃度非常的少，在後熟階段乙烯略微上升。花後 26 天環剝及套袋果實乙烯濃度顯著少於對照組，花後第 29 天，環剝果實乙烯含量持續上升並顯著高於對照組及套袋果實(圖 4)。果實呼吸率呈現持續上升的趨勢，且花後 26 和 29 天，環剝果實的呼吸率較套袋果實為高，(圖 4)。

(三) 可滴定酸及可溶性固形物含量變化

果實套袋對可滴定酸含量無明顯影響，與對照組變化趨勢相似，在開花後 24 天可滴定酸含量達最高峰之後隨即下降；但是環剝會明顯的抑制果實酸度的累積，使得環剝果實的可滴定酸在果肉酸度上升的階段顯著的少於對照組，在花後 22 與 24 天，環剝果實可滴定酸濃度分別為 0.56%和 1.21%，是對照組的 70%和 78%(圖 5)，但至果實成熟後期並無顯著差異。果實可溶性固形物隨果實生長逐漸增加，且環剝會顯著的減少可溶性固形物含量，在花後 29 天環剝果實的可溶性固形物為對照組的 85%(圖 5)。

(四) 有機酸與葡萄糖和果糖濃度變化

果實環剝同樣會影響果肉的蘋果酸、檸檬酸、抗壞血酸及草酸的含量，使得蘋果酸、

抗壞血酸和檸檬酸，在開花後 24 天有機酸含量顯著的少於對照組，僅草酸的變化趨勢持續下降，與對照組統計間並沒有顯著的差異(圖 6)。紅龍果果實葡萄糖和果糖濃度隨果實成熟持續增加，環剝果實在花後 24 和 29 天其葡萄糖和果糖濃度顯著的低於對照組；在花後 29 天的葡萄糖及果糖含量分別為 4.93%和 4.51%，約為對照組的 76%和 77%(圖 7)。

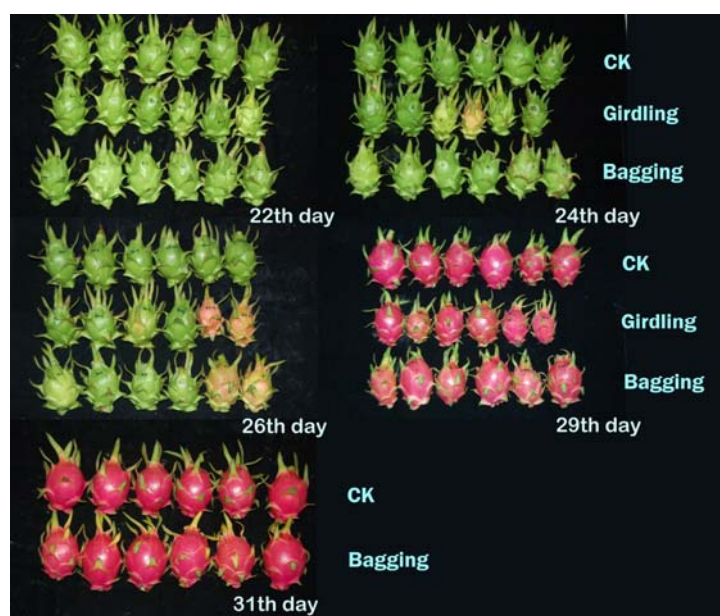


圖 1. 紅龍果肉質莖環剝或果實套袋後之果實外觀

Fig. 1. *H. undatus* fruit appearance after treated with cladode girdling or fruit bagging.

表 1. 紅龍果果實套袋後，果皮苞片之顏色

Table 1. Bract color of *H. undatus* fruit after treated with fruit bagging.

	Peel color ^z				
	L ^z	a*	b*	C	h°
CK	49.24	-5.26	27.47	28.11	97.71
Bagging	58.28	-3.75	37.45	37.78	96.20
significance	*** ^x	ns	***	***	ns

^zL=lightness ; C=chrome, $(a^2+b^2)^{1/2}$; H=hue angle= $\tan^{-1}(b/a)$

^xns, *** effect non-significant or significant at $P \geq 0.001$, respectively.

(五) 可溶性糖與澱粉含量變化

可溶性糖於花後 26-29 天急速增加，但環剝處理果實在花後 24 和 29 天明顯少於對照組和套袋組果實，而套袋處理者其變化趨勢與對照組相似（圖 8）。澱粉在花後 22-26 天快速的減少，其中又以套袋處理減少最是顯著，套袋組果實在花後 22 天其澱粉含量高於對照組和環剝處理果實（圖 8）。

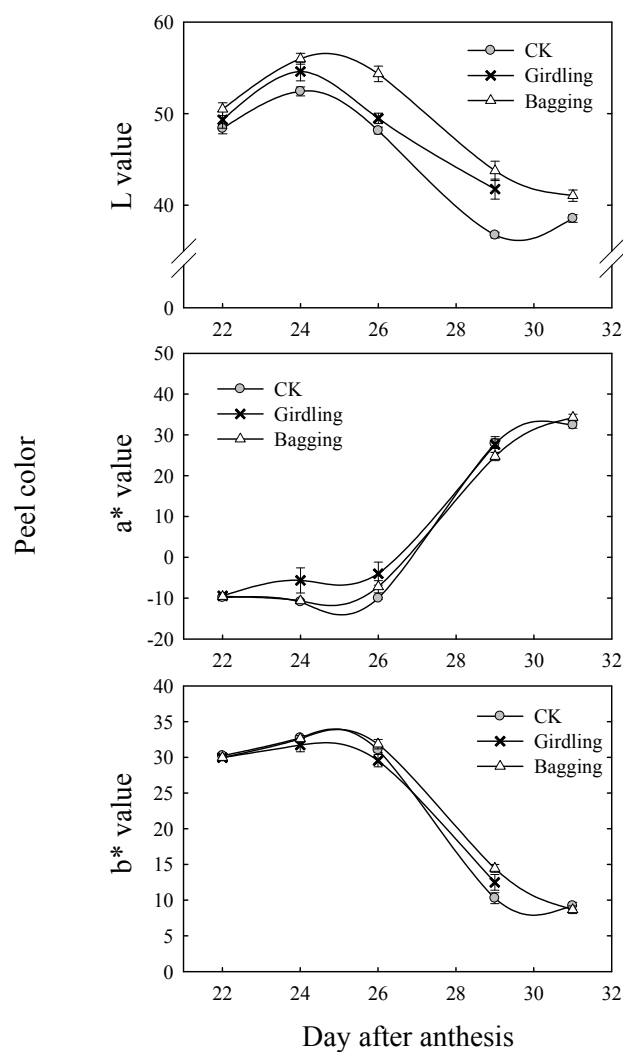


圖 2. 紅龍果肉質莖環剝或果實套袋後，果實在不同生長階段果皮顏色之變化

Fig. 2. Change in peel color of *H. undatus* fruit after treated with cladode girdling or fruit bagging. The vertical bars represent $\pm$ SE of the means (n=5).

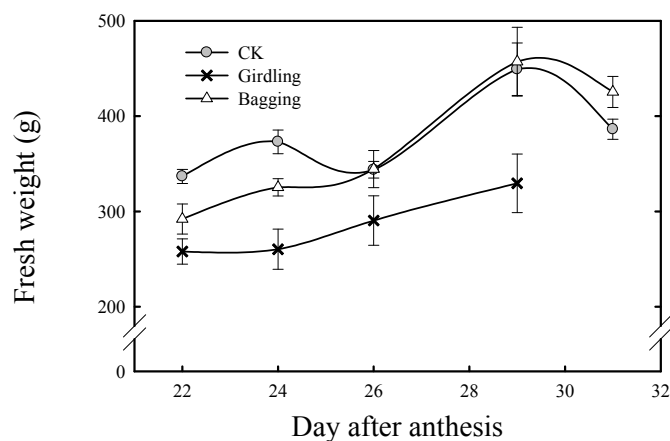


圖 3. 紅龍果肉質莖環剝或果實套袋後，果實在不同生長階段果實重量之變化

Fig. 3. Change in fresh weight of *H. undatus* fruit after treated with cladode girdling or fruit bagging. The vertical bars represent $\pm$ SE of the means (n=5).

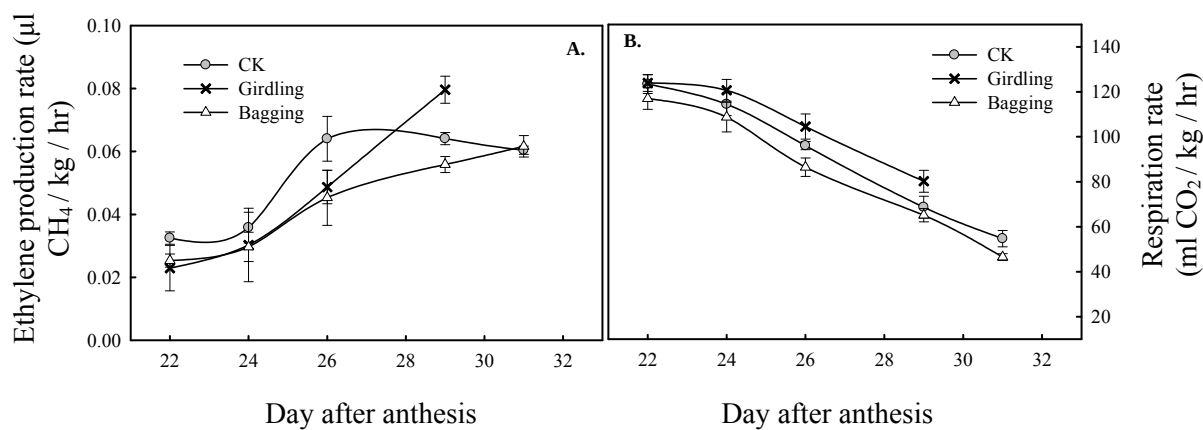


圖 4. 紅龍果肉質莖環剝或果實套袋後，果實在不同生長階段乙烯釋放率 (A) 和呼吸率 (B) 之變化

Fig. 4. Change in ethylene production rate (A) and respiration rate (B) of *H. undatus* fruit after treated with cladode girdling or fruit bagging. The vertical bars represent $\pm$ SE of the means (n=5).

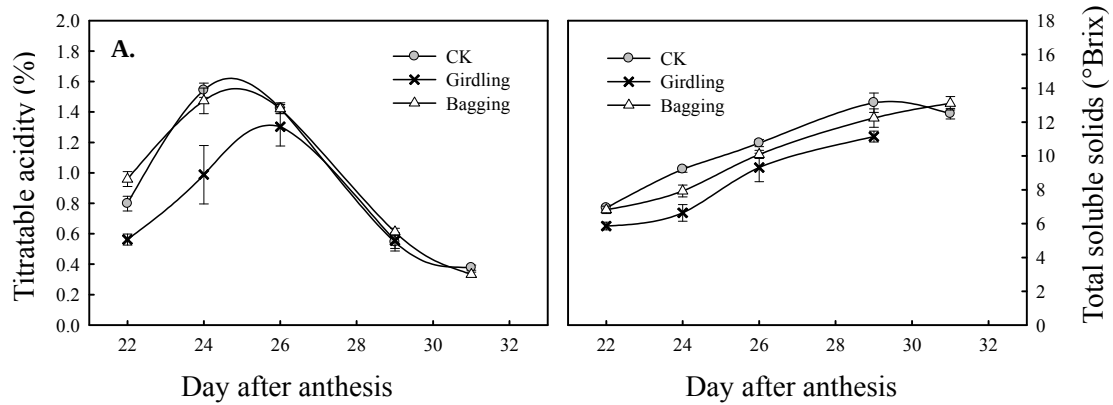


圖 5. 紅龍果肉質莖環剝或果實套袋後，果實在不同生長階段可滴定酸 (A) 和可溶性固形物 (B) 含量之變化

Fig. 5. Change in titratable acidity (A) and total soluble solids (B) of *H. undatus* fruit after treated with cladode girdling or fruit bagging. The vertical bars represent $\pm$ SE of the means (n=5).

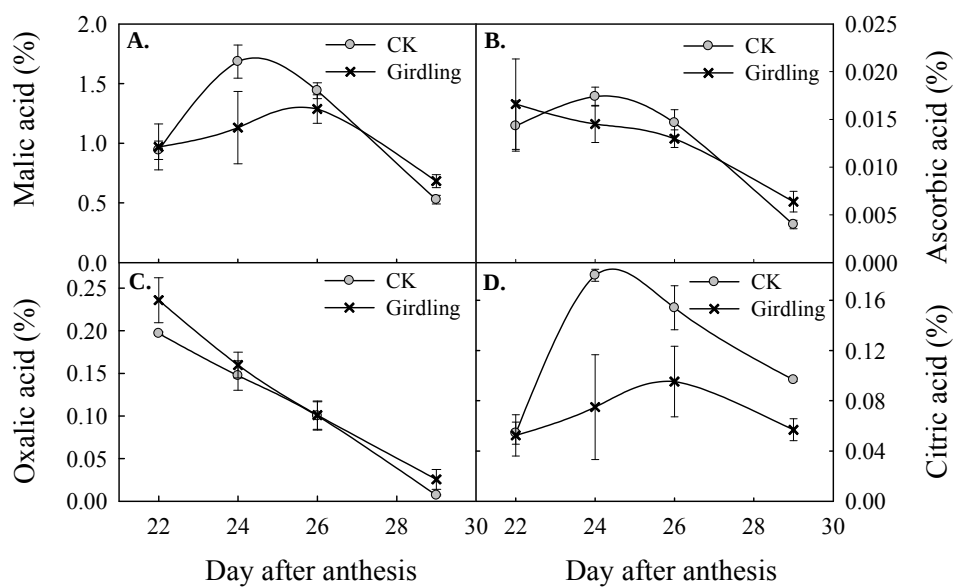


圖 6. 紅龍果肉質莖環剝後，果實在不同生長階段蘋果酸(A)、抗壞血酸(B)、草酸(C)和檸檬酸(D)含量之變化

Fig. 6. Change in Malic acid (A), Ascorbic acid (B), Oxalic acid (C) and Citric acid (D) of *H. undatus* fruit after treated with cladode girdling. The vertical bars represent $\pm$ SE of the means (n=5).

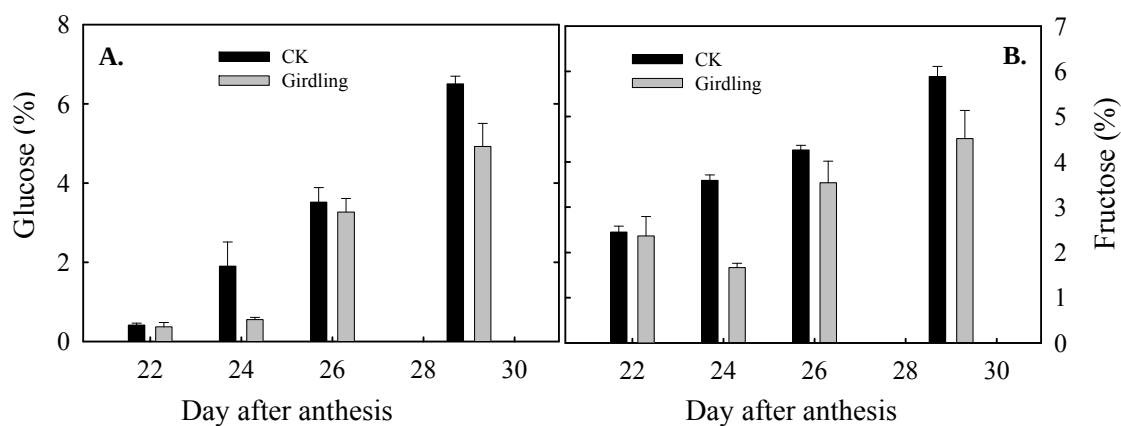


圖 7. 紅龍果肉質莖環剝後，果實在不同生長階段葡萄糖(A)和果糖(B)含量之變化
Fig. 7. Change in Glucose (A) and Fructose (B) of *H. undatus* fruit after treated with cladode girdling. The vertical bars represent $\pm$ SE of the means (n=5).

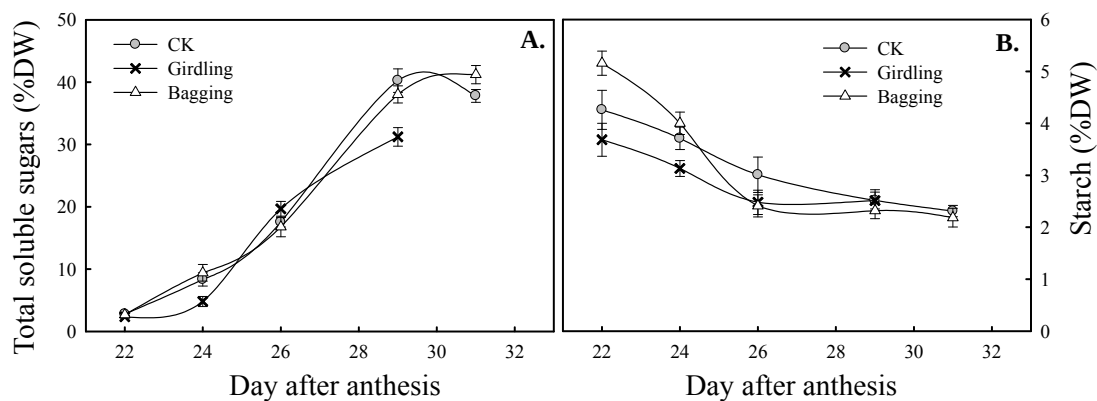


圖 8. 紅龍果肉質莖環剝或果實套袋後，果實在不同生長階段可溶性糖 (A) 和澱粉 (B) 含量之變化
Fig. 8. Change in total soluble sugar (A) and starch (B) of *H. undatus* fruit after treated with cladode girdling or fruit bagging. The vertical bars represent $\pm$ SE of the means (n=5).

討 論

一、套袋對紅龍果之影響

(一)果實外觀與果皮顏色

果實套袋後果皮綠色轉淡，並且花後 29 天果皮顏色與對照組相比呈現較為粉桃紅的外觀(圖 1)，此外在前人研究中桃果套袋會提早果實的後熟(Jia *et al.*, 2005)，本次試驗中套袋果實也有果實提早後熟的情形出現，由圖 2 可看出，在花後第 26 天，套袋處理有部分果實已開始轉色，使果皮呈現淡粉紅色。觀察果皮 L、a*、b* 值之變化，果實套袋後顯著的增加果皮的 L 值，而 L 與葉綠素含量呈現明顯的負相關，因此 L 值增加代表葉綠素含量的減少，在前人研究中套袋減少太陽輻射而促進葉綠素的降解，且降解速率以葉綠素 a 大於葉綠素 b(Jia *et al.*, 2005; Wang, 2005)，這結果也與外觀顏色的變化趨勢相符合。果皮顏色 a* 值不受套袋的影響，但是 b* 值在花後 29 天會顯著的高於對照組，較高的 b* 值表示套袋果皮與對照組相比較顏色更明亮鮮黃，這也是導致花後 29 天果皮外觀顏色相對於對照組呈現粉桃紅色的原因(圖 2)。在‘Keitt’芒果的研究當中也得到相同的結果，芒果果實套袋後並不影響果皮綠色的變化，但是套袋增加果實黃色區域的比例，且減少果皮紅色的飽和度，而果皮 h° 值的增加則表示花青素的降解(Hofman *et al.*, 1997)。

紅龍果紅色的來源是 betacyanin 而不是花青素，betacyanin 為一含氮之非光合成色素，能夠保護植物避免過度的光照與 UV 輻射的傷害(Edreva, 2005)。本次試驗結果顯示套袋不影響紅龍果果皮紅色度，然而艾氏利用白色紙袋與黃色紙袋進行紅龍果的套袋試驗結果卻極為不同，在艾氏的研究中不論套白色紙袋或黃色紙袋皆明顯增加果皮 L、a* 和 C 值，且減少 b* 和 h° 值，使套白色紙袋的紅龍果果實成熟時有最亮的紫紅色(艾, 2003)。果皮的苞片紅色色素較少，因此可以更明顯的看出套袋果實與對照組的差異，套袋果的 L、b* 和 C 值較高顯示其苞片顏色鮮黃，綠色的比率較少(表 1)。

(二)果實重量

一般而言套袋使用的材質若為紙袋不影響果實重量，在學者的研究當中‘Fuji’蘋果套不透光紙袋後不影響果實的鮮重但會減少果實乾重(Fallahi *et al.*, 2001)，桃果套橘色紙袋後不減少果實的重量(Jia *et al.*, 2005)，‘Keitt’芒果套白色紙袋同樣也不減少果實重量(Hofman *et al.*, 1997)，而艾氏(2003)研究的結果則顯示，紅龍果不論套白色、黃色紙袋或塑膠袋皆不會對紅龍果果實重量造成影響。本次試驗結果與前人研究結果相符合，果實套袋後也同樣不影響果實重量(圖 3)。

(三)果實品質與營養元素

試驗中套褐色紙袋不影響紅龍果果實的可溶性固形物、可滴定酸、可溶性糖和澱粉(圖 5、8)。在前人研究中，套袋不影響紅龍果果實可溶性固形物(艾, 2003)以及‘Keitt’芒果和‘Hakuho’桃果的可溶性固形物和酸度(Hofman *et al.*, 1997; Jia *et al.*, 2005)。但是‘Fuji’蘋果套袋後減少果實可溶性固形物和總乾重(Fallahi *et al.*, 2001)，而‘Delicious’和‘Mutsu’蘋果套

袋後在貯藏期間果實可滴定酸有減少之趨勢(Fan and Mattheis, 1998)。套袋增加‘Fuji’蘋果果肉氮、鉀和銅含量(Fallahi *et al.*, 2001)，而‘Keitt’芒果在套袋後氮含量增加，但果實鉀、鈣和鎂濃度則不因套袋而有所變化(Hofman *et al.*, 1997)。在本次的試驗當中套袋會減少果實的氮含量，並增加果實的鈣濃度，對其他元素則沒有影響(表 2)。

二、環剝對紅龍果之影響

(一)果實外觀與果實重量

環剝可以促進許多作物的成熟，特別是葡萄和桃(Goren *et al.*, 2004)。葡萄在轉色期前也就是後熟開始時進行環剝，可以加速果實的成熟(Carreño *et al.*, 1998)，紅龍果在開花後 16 天進行環剝處理也有相同的效果，部分果實出現提早後熟的情形，並且在花後 24-26 天果皮即已開始轉色(圖 1)，此時測量果皮 a^* 發現處理組 a^* 值顯著的高於對照組(圖 2)。除此之外環剝也會增加果皮的 L 值。學者研究指出核果類果實(*Prunus* spp.)在硬核期環剝可以增進果實的顏色(Wargo, 2004)，在葡萄果實也有相同的效果(Carreño *et al.*, 1998)。蘋果在落花後 10 天進行環剝只能輕微的促進果實的顏色，而蘋果紅色的增加在於碳水化合物提供花青素合成基質的增加(Wargo, 2004)。

環剝顯著的抑制紅龍果果實的重量(圖 3)，但‘Italia’葡萄果實在環剝之後反而會增加果實的重量，並且環剝時間越早果重增加越多，而在著果後與轉色前皆進行環剝會獲得質量最高之葡萄漿果(Carreño *et al.*, 1998)，此外油桃及桃在生長期 stage II 開始前進行環剝可以減少停滯期的時間進而增加果實的大小(Day and Dejong, 1999)。環剝的影響並非全然是正面的，葡萄柚在開花期環剝雖然可以增加著果卻會減少果實的大小，對蘋果果實大小則沒有影響(Goren *et al.*, 2004)，若是在果實澱粉合成旺盛的時期進行環剝處理則會減少‘Golden Delicious’蘋果果實的重量(Berüter and Feusi, 1997)。紅龍果果實環剝後減少果實重量，此結果與 Berüter 和 Feusi(1997)對‘Golden Delicious’蘋果研究結果相似。

(二)果實品質

果實在成熟之前的轉變包含醣、酸增加或減少以及色素形成等，這些改變都依賴光合產物的提供，而環剝則會阻斷供源與積儲之間光合產物的轉移，影響果實品質。在許多國家包含義大利、南非、以色列和美國等已成功的使用環剝技術來增加桃和油桃果實的品質(Vaio *et al.*, 2001)。不同的環剝時間與品種對果實品質的影響略有不同，‘Italia’葡萄在轉色期環剝增加果肉可溶性固形物含量但減少果實可滴定酸，在著果後即進行環剝則不影響果實可溶性固形物與可滴定酸含量(Carreño *et al.*, 1998)；在開花後 30-40 天環剝可以增進‘Fuji’、‘Jonathan’、‘Jonagold’和‘Hukuto’蘋果果實可溶性固形物、果實硬度和果實酸度(Arakawa *et al.*, 1997)；當油桃果實種子長至 9-12mm 長時環剝，可以增加油桃果實可溶性固形物含量(Day and Dejong, 1999)；在各時期對‘Ponkan’柑橘進行環剝不影響果實可溶性固形物與可滴定酸(Mataa *et al.*, 1998)。環剝的深度也會影響果實品質，當枝條環剝深度為 1.6mm 時增加文旦(*Citrus grandis*)果實蔗糖及檸檬酸含量，但不影響果糖、葡萄糖和蘋果酸的濃度，而環剝深度達 2.6mm 時能增進果實中蔗糖、葡萄糖、果糖、檸檬酸和蘋果酸

的濃度，但 2.6mm 的深度反而會造成過度的傷害，導致落葉而危及樹體的健康(Yamanishi *et al.*, 1995)。

環剝增加紅龍果果實在花後 29 天的乙烯含量，並且在果實生長的期間皆會增加果實的呼吸率(圖 4)，呼吸率的增加可能是後熟提早的緣故。環剝會減少果實可滴定酸上升階段的酸含量，使其顯著的少於對照組果實，並延遲可滴定酸高峰的出現(花後 26 天)，而在果實成熟的階段可滴定酸含量與對照組沒有差異存在(圖 5)。蘋果酸與檸檬酸的變化趨勢與可滴定酸趨勢相同，而抗壞血酸僅在花後 22 和 24 天濃度少於對照組(圖 6)。雖然環剝對果實可滴定酸的持續性變化目前沒有相關的研究，但是環剝不減少果實成熟時期的酸度的結果與前人研究結果相同。環剝明顯減少果實的可溶性固形物(圖 5)，因此葡萄糖和果糖的濃度同樣也受到環剝的影響，除花後 22 天之外，葡萄糖和果糖濃度顯著的小於對照組，特別是花後 24 天，糖類的減少最為顯著(圖 7)，這現象與有機酸含量變化相同，但是可溶性糖只有在花後 24 和 29 天少於對照組，而澱粉含量則是在花後 22、24 和 26 天少於對照組(圖 8)。

糖類的變化與前人研究結果極為不同，環剝的時期會顯著的影響糖類累積的結果，‘Golden Delicious’蘋果在花後 82 天也就是澱粉合成的階段進行環剝處理，會減少果實三梨糖醇、蔗糖和澱粉的含量，對果糖則沒有影響，葡萄糖的濃度則是會顯著增加，分析果實中三梨糖醇去氫酶(sorbitol dehydrogenase, SDH)和中性蔗糖轉化酶發現其活性皆少於對照組，但不影響酸性蔗糖轉化酶、蔗糖合成酶(SuSy)及其他糖類合成相關酵素，此外環剝輕微增加六碳糖激酶、果糖激酶和 PFP(phosphofructophosphotransferase)的酵素活性。蘋果果實中合成澱粉的前驅物來自於三梨糖醇被 SDH 分解後形成的果糖，以及被蔗糖轉化酶和 SuSy 水解的蔗糖。環剝阻礙了同化產物的運輸，因此減少果實中三梨糖醇和蔗糖的含量 70-80%，因此貯存的澱粉成為主要的碳來源，而不影響果糖的含量(Berüter and Feusi, 1997)。環剝對紅龍果果實的影響與 Berüter 和 Feusi(1997)兩位學者的研究結果相似，開花後 16 天正是紅龍果開始合成累積澱粉的主要時期，此時進行環剝阻礙了肉質莖中蔗糖的運移，進而減少果實中蔗糖濃度與澱粉的累積，因而減少果實中可溶性固形物、可溶性糖、果糖和葡萄糖的濃度。

有機酸的減少也可能與光合同化產物的提供減少有關，有機酸在果實當中合成，而蔗糖的提供或者是澱粉含量的減少都可能影響有機酸的貯存，而肉質莖中的蘋果酸是否會轉運至果實內貯存，果實因運輸的阻斷而減少蘋果酸濃度的部份則必需再做進一步的研究。環剝減少花後 24 天果實有機酸的含量，且使部分果實提早後熟轉色，此結果符合紅龍果果肉酸度之變化可能影響果皮顏色之推測，顯示兩者間確實可能有相關性的存在，然可能的影響原因與機制需要再做進一步的研究。

參考文獻

- 艾蕾雅。2003。熱帶果樹果實套袋及塑形對其形態及品質之影響。屏東科技大學熱帶農業暨國際合作研究所碩士論文。台灣：屏東。174 pp.。
- Barritt, B. H., C. R. Rom, K. R. Guelich, S. R. Drake, and M. A. Dilley. 1987. Canopy position and light effects on spur, leaf, and fruit characteristics of 'Delicious' apple. *HortScience* 22: 402-405.
- Berüter, J. and M. E. S. Feusi. 1997. The effect of girdling on carbohydrate partitioning in the growing apple fruit. *J. Plant Physiol.* 151: 277-285.
- Bible, B. B., and S. Singha. 1993. Canopy position influences CIELAB coordinates of peach color. *HortScience* 28: 992-993.
- Carreño, J., S. Faraj, and A. Martinez. 1998. Effect of girdling and covering mesh on ripening, colour and fruit characteristics of 'Italia' grapes. *J. Hort. Sci. Biotech.* 73: 103-106.
- Day, K. R. and T. M. DeJong. 1999. Improving fruit size: Thinning and girdling nectarines, peaches, and plums. *The Compact Fruit Tree* 32: 49-51.
- Dubois, M. 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Anal. Chem.* 28: 350-356.
- Edreva, A. 2005. The importance of non-photosynthetic pigments and cinnamic acid derivatives in photoprotection. *Agric. Ecosyst. Environ.* 106: 135-146.
- Fallahi, E., W. M. Colt, C. R. Baird, B. Fallahi, and I. J. Chun. 2001. Influence of nitrogen and bagging on fruit quality and mineral concentrations of 'BC-2 Fuji' apple. *HortTechnol.* 11: 432-466.
- Fan, X. and J. P. Mattheis. 1998. Bagging 'Fuji' apples during fruit development affects color development and storage quality. *HortScience* 33: 1235-1238.
- Genard, M., C. Bruchou. 1992. Multivariate analysis of within-tree factors accounting for the variation of peach fruit quality. *Scientia Hort.* 52: 37-51.
- Gonzalo, R., G. Osman, and P. Nelson. 1984. Adelanto de maduración y mejoramiento de color de la uva cv. Moscatel rosada. I Parte: Efecto de época e intensidad de raleo. *Investigación y Progreso Agropecuario la Platina.* 25: 8-13.
- Goren, R., M. Huberman, and E. E. Goldschmidt. 2004. Girdling: Physiological and horticultural aspects. *Hort. Rev.* 30: 1-36.
- Hofman, P. J., L. G. Smith, D. C. Joyce, and G. I. Johnso. 1997. Bagging of mango (*Mangifera indica* cv. 'Keitt') fruit influences fruit quality and mineral composition. *Postharvest Biol. Technol.* 12: 83-91.
- Jia, H. J., A. Araki, and G. Okamoto. 2005. Influence of fruit bagging on aroma volatiles and

- skin coloration of 'Hakuho' peach (*Prunus persica* Batsch). Postharvest Bio. Technol. 35: 61-68.
- Mars, M., R. Abderrazak, and M. Marrakchi. 1994. Study on quality variability in citrus fruit harvested from the same tree: I. Effects of harvest date, fruit orientation and position in the foliage. Fruits 49: 269-278.
- Mataa, M., S. Tominaga, and I. Ko zaki. 1998. The effect of time of girdling on carbohydrate contents and fruiting in Ponkan mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). Sci. Hortic. 73: 203-211.
- Nobel, P. S. and E. De la Barrera. 2004. CO₂ uptake by the cultivated hemiepiphytic cactus, *Hylocereus undatus*. Ann. Appl. Biol. 144: 1-8.
- Tyas, J. A., P. J. Hofman, S. J. R. Underhill, and K. L. Bell. 1998. Fruit canopy position and panicle bagging affects yield and quality of 'Tai So' lychee. Sci. Hortic. 72: 203-213.
- Vaio, C. D., A. Petito, and M. Buccheri. 2001. Effect of girdling on gas exchange and leaf mineral content in the 'indenpendence' nectarine. J. Plant Nutr. 24: 1047-1060.
- Wang, H. C., X. M. Huang, G. B. Hu, Z. Y. Yang, and H. B. Huang. 2005. A comparative study of chlorophyll loss and its related mechanism during fruit maturation in the pericarp of fast- and slow-degreening litchi pericarp. Sci. Hortic. 106: 247-257.
- Wargo, J. M. 2004. Nitrogen fertilization, midsummer trunk girdling, and AVG treatments affect maturity and quality of 'Jonagold' apples. HortScience 39: 493-500.
- Yamanishi, O. K., Y. Nakajima, and K. Hasegawa. 1995. Effect of trunk strangulation degrees in late season on return bloom, fruit quality and yield of pummelo trees grown in a plastic house. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 64: 31-40.

The Effect of Bagging and Girdling on *Hylocereus undatus* Fruit Growth and Development

Shiou-Ting Huang ¹⁾ Huey-Ling Lin ²⁾

Key words: *Hylocereus undatus*, bagging, girdling, growth

Summary

In color turning stage, the titratable acidity in pulp of *Hylocereus undatus* fruit rise rapidly and decrease. The peak of titratable acidity occurs at the 25th day after anthesis. The objectives of this study were to investigate the relationship between peel color turning and pulp acidity by bagging and girdling treatment. With fruit bagging treatment, none of the fruit compositions was affected except an increment of L value of peel. Girdling cladode at 16th day after flowering partly promoted fruit maturity and early onset of peel color change. Fruit size, pulp titratable acidity, organic acids, total soluble sugars, fructose and glucose levels significantly decreased mainly due to girdling cladode treatment reduce carbohydrate translocation during this active starch synthesis period in fruit. Our results indicated that the change in organic acid of pulp and peel color turning are independent of each other.

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

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

貯藏溫度對'巨峰'葡萄品質之影響

李文豪¹⁾ 謝慶昌²⁾

關鍵字：巨峰葡萄、貯藏溫度、脫粒

摘要：'巨峰'葡萄在低溫貯藏下，存在一些問題急待克服，像是貯藏時間過久，容易導致果梗失水及褐化、果粒脫落和果穗腐爛。在-1~15℃不同貯藏溫度及夏冬果比較試驗中，貯藏一個月內以-1~6℃以下為佳，貯藏兩個月內則以-1~3℃以下為佳，而三個月內則以-1~1℃佳，在不結冰的前提下，貯藏溫度越低其葡萄果實貯藏時間越長。冬夏果比較部份，在貯藏時間 1-3 個月，脫粒及腐爛情況皆以冬果較為嚴重。

前言

鮮食葡萄隨著生活水平的提高，在市場上被要求儘可能的新鮮，但由於柔軟的質地和較高的含水量，果實品質非常容易惡化，所以在維持其新鮮度是非常困難的。在一般的大氣環境下(氣溫約 25-35℃，其 O₂ 和 CO₂ 含量分別約 210g/Kg 和 0.3g/Kg)，葡萄貯藏僅能維持 2-3 天(Shang, 1995)。為了確保其到貨的品質，維持葡萄的新鮮是貯藏上的首要條件。

傳統貯藏葡萄的方法有籃裝貯藏(Basket-storage)、罐裝貯藏(Jar-storage)、地窖貯藏(Cellar-storage)、化學貯藏(Chemical-storage)及冷藏(Cold-storage)，其中低溫貯藏是最常使用的方法，而大部分的貯藏方法應用在一個較低的溫度都是有效果的(Peng, 1994)，但要精確的控制貯藏的溫度及濕度是不容易的。一般正常的冷藏下，葡萄果實因為病菌腐爛的發生往往會導致損耗率高達 25-30%，而冷藏庫中其相對濕度大約 80%，有時甚至更低，導致葡萄果實的失水率約 10-13%，而葡萄果實失水率達 5%即會出現枯萎及皺縮的現象(Dellino, 1997)，由此可知，傳統的冷藏方法對於鮮食葡萄的保鮮上，仍待改善。

在貯藏溫度接近 0℃ 時，果實的衰老會被延緩(Xue and Lite, 1997)，水果的冰點(Freezing point)可以用來當作選擇適當貯藏溫度的參考指標，不同的葡萄品種因為內含物

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系副教授，通訊作者。

的不同，其冰點也不盡相同，Chen 等(1990)提出果實的冰點和果實的總可溶性固形物有關，Jie 等(2003)則利用數學公式來表示果實冰點及可溶性固形物含量的相關： $Y = 0.146694 - 0.19555X$ [Y =冰點， X =可溶性固形物含量(%)]，試驗中測得'Manai'葡萄總可溶性固形物 16.70 ± 0.30 %時，其冰點為 -3.37 ± 0.35 °C，而'Muscat'葡萄總可溶性固形物為 21.56 ± 0.13 %時，其冰點為 -4.39 ± 0.16 °C，可以發現總可溶性固形物含量越高，冰點則越低，這也表示果實可以忍受更低的溫度不會導致凍害(Freezing injury)的發生，其中也提到果汁和新鮮果實的冰點也不相同，新鮮果實冰點大都比果汁來的低一些。

把貯藏溫度控制在 0°C [Controlled temperature 0°C, CT(0°C)] 有兩個好處，第一為在 0°C 的環境下，果實內部因含較高的可溶性固形物，不會形成冰晶被害果實內部的質地；第二是在 0°C 時，其貯藏相對濕度是接近飽和點的，在這麼高濕度環境下，可以防止果實的失水發生。和一般冷藏相較下，CT(0°C)可以有效的預防葡萄果實的萎凋、脫水及冰晶形成造成內部質地的破壞，更可以達到延長貯藏的目的，所以近幾年 CT(0°C)引起熱烈的研究 (Dellino, 1997; Li, 1991)。雖然在 Schirra 等(1998)指出某些'Italian'品系葡萄在 4°C 時會有寒害的現象發生，但 Zhang 等(2001)將'Tengren'和'European no.5'葡萄以 CT(0°C)的方式貯藏不會發生寒害的現象，且在貯藏期間，葡萄果實的組織、化學組成份、呼吸率、重量及腐爛率變化不大。CT(0°C)貯藏克服了葡萄果實短暫的櫥架壽命，避免一個高腐爛率和失水率的發生，且 CT(0°C)不會產生像結凍以後果實一個質地軟化的現象。Min 等(2001)利用冰溫高濕(Ice-temperature-high-humidity, ITHH)的一個條件來做貯藏，在溫度 -1~0°C 及相對濕度 95% 的貯藏環境下，成熟度接近 90% 的葡萄果實其貯藏 60 天後總可溶性固形物、還原糖、可滴定酸及呼吸率上的變化都非常微小，且葡萄果實的質地及風味在官能品評上都和新鮮葡萄沒有太大差異。

本試驗旨在找出一個最佳的貯藏溫度，來解決像是貯藏時間過久容易導致果梗失水及褐化、果粒脫落和果穗腐爛等問題，進而有效的延長'巨峰'葡萄的貯藏壽命。

材 料 方 法

一、試驗材料與方法

本試驗中使用之'巨峰'葡萄(*V. vinifera* × *V. labruscana* cv. 'Kyoho')來源主要分為二個採樣地區，分別為台中縣新社鄉林姓農友果園，以及苗栗縣卓蘭鎮劉姓農友果園。樣品取樣分為新社果園之夏季果及卓蘭果園之冬季果，其中夏季果部分，在果實發育期間噴了 3-4 次的液肥(美利德)，促其果實提早轉色。新社果園之'巨峰'葡萄樹齡約為 7~8 年生；卓蘭果園之樹齡約為 4~5 年生。

新社果園夏季果採樣時間為 2007 年 7 月 20 日，卓蘭果園冬季果採樣時間為 2008 年 1 月 11 日。採收完在 2 小時內送回中興大學園產品處理實驗室，將果穗之皺縮果、發育

不良小果及病果都予剪除。每葡萄果穗為 1 重複，每處理分別貯藏一、二及三個月各計 5 重複共 15 串葡萄，貯藏時間共計三個月。將果穗整理完後分別編號秤重，放回白色葡萄套袋中，再裝入厚 0.03mm 之 PE 袋中，以扭結方法進行包裝，隨後貯藏於-1、1、3、6、9、12、15℃ 共計七種溫度之恆溫箱中。

二、調查項目與方法

逐月取出每處理各一組調查果穗果實之失重率、總可溶性固形物、可滴定酸、硬度、脫粒率及腐爛率之變化。

(一) 果穗失重率

果穗的失重率計算方法為：

$$\text{失水率(\%)} = \frac{\text{貯藏前重量(g)} - \text{貯藏後重量(g)}}{\text{貯藏前重量(g)}} \times 100\%$$

(二) 總可溶性固形物(Total soluble solid)

將每一重複果穗自上中下段分別取樣 2、1、2 顆葡萄果粒，去皮後放入小型透明塑膠袋中擠汁，以塑膠滴管稍微攪動後取適量之果汁以 ATAGO 公司的 PR-32 糖度計測量果汁之總可溶性固形物，單位為 °Brix。

(三) 可滴定酸(Titratable acid)

從測總可溶性固形物之果汁中每重複各取樣 5ml 之果汁樣品，加入 25ml 之純水後，以 0.1N 之 NaOH 滴定至 pH 值 8.1-8.2，以 NaOH 之滴定使用量來推算葡萄中酒石酸的含量，其單位為 g/100ml。計算方法如下：

$$T(\%) = a \times F \times b \times (100/s) \times 100$$

T=可滴定酸含量

a=標準 0.1N 之 NaOH 的滴定使用量(ml)

F=0.1N 之 NaOH 之校正值

b=相當於 0.1N 之 NaOH 溶液 1ml 之有機酸量

s=果汁樣品的秤取量(ml)

(四) 硬度

將每重複果穗自上中下段分別取樣 2、1、2 顆葡萄果粒，以 SUN SCIENTIFIC 公司的 COMPAC-100 綜合物性測定儀進行測量，重覆五次取其平均值。測量方式將果粒放在載物台上，以測量壓縮、彈性的非穿刺性感壓軸下壓來表示葡萄果粒之硬度，在測量前將模式 MODE 設定為 20，壓擠的深度設定 3mm，載物台移動速度設定為 60cm/min，最大承受重量設定為 10kg。測量時載物台會向上移動直到接觸到感壓軸開始計算 3mm，當感壓軸接觸樣品達 3mm 時會自動停止，記錄此時之壓力值，單位為 Kg。

(五) 脫粒率

葡萄果實在採收完延遲入庫時間過長或是冷藏時失水過多容易導致果穗果粒脫落的現象發生。果穗之脫粒率測量方法為取出果穗後，抓住果梗上方，以振幅約 5 公分上下搖晃的方式快速振動 3 次，記錄 3 次果穗之總脫落個數。果粒脫粒率的計算方法：

脫粒率(%)=每一重複果穗之脫落果粒個數 /每一重複果穗之果粒總個數 × 100%

(六) 腐爛率

腐爛率計算方法：

腐爛率(%)=每一重複果穗之腐爛果粒個數 /每一重複果穗之果粒總個數 × 100%

結 果

本試驗主要是比較'巨峰'葡萄夏季果和冬季果在不同貯藏溫度(-1~15℃)下，其品質之差異。圖 1 是將'巨峰'葡萄果粒放置在-20℃凍箱中觀察其冷卻曲線(Cooling curve)，在 0℃以前溫度急遽下降，在第 26 分鐘時出現最低溫-2.0℃，隨後回升至-1.7℃後又再緩緩的降溫，因為發生超冷卻(Supercooling)現象，其真正的結冰溫度為-1.7℃。

表 1 是'巨峰'葡萄在不同貯藏溫度中其失重率的變化，在夏季果第一個月部分，6℃以下之失重率皆低於 1%，而 15℃貯藏溫度失重率則為 2.81%，明顯高出許多，冬季果情形也相似，無論是夏季果或冬季果，隨著貯藏溫度的增加，其失重率皆有明顯增加，而隨著貯藏月份的增加，其失重率也相對的增加，故貯藏的溫度、時間長短皆是影響葡萄失重率的關鍵因素，但-1℃之失重率無論夏冬果，皆比 1℃高些。夏季果貯藏至第三個月時之失重率分別為 1.43、0.83、2.01 及 3.09%。

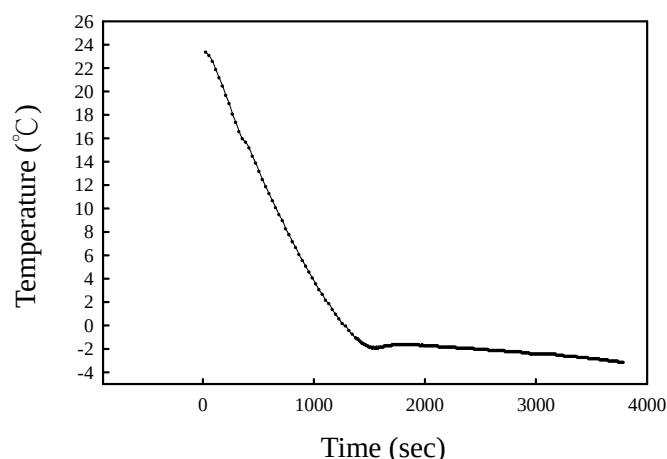


圖 1. '巨峰'葡萄漿果之冷卻曲線。

Fig. 1. The cooling curve of 'Kyoho' grape berry.

表 1. '巨峰'葡萄在不同溫度中貯藏 1~3 個月失重率之變化

Table 1. Changes in weight loss of winter and summer 'Kyoho' grape clusters stored at various temperatures for 1~3 months.

Storage temperature(°C)	Weight loss(%)					
	1 ^z		2		3	
	S ^y	W ^x	S	W	S	W
-1	0.51 d ^w	0.68 de	0.83 d	1.14 c	1.43 c	0.94 b
1	0.49 d	0.45 e	0.68 d	0.63 c	0.83 d	0.78 b
3	0.70 d	0.98 cd	1.61 c	1.64 bc	2.01 b	1.95 a
6	0.90 cd	1.48 bc	2.09 b	2.43 ab	3.09 a	-
9	1.28 bc	1.43 bc	2.76 a	2.93 a	-	-
12	1.59 b	1.71 b	- ^v	-	-	-
15	2.81 a	2.53 a	-	-	-	-

^z Storage time(months).^y S=harvest at summer.^x W=harvest at winter.^w Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level.^v Fruits were decay, no data recorded.

在不同的貯藏溫度下，'巨峰'葡萄之總可溶性固形物的變化均沒有顯著的差異，而在冬季果和夏季果的比較上，也不顯著，其總可溶性固形物範圍在 15-17°Brix(表 2)。

在果梗褐化情形的觀察部分，在第一個出庫時，無論冬果或夏果，貯藏溫度 12 及 15°C 之果梗嚴重褐化，第二個月時，9°C 貯藏之葡萄果梗亦褐化情形嚴重，而 6°C 也有些微之褐化；貯藏至第三個月時只有 -1 及 1°C 之葡萄果梗仍呈現綠色，3°C 約有 50% 左右的果梗呈現褐化(圖 2、3)。

在可滴定酸的部分，採收時以夏季果的 0.73% 高於冬季果的 0.64%，但在貯藏 1-3 個月後，各貯藏溫度間之冬季果實皆比夏季果高一些。在夏果的部分，隨著貯藏時間的增加，可滴定酸的含量皆逐漸在減少，貯藏至第三個月時，採收時之可滴定酸為 0.73%，而不同貯藏溫度 -1、1、3 及 6°C 下，TA 則分別降為 0.35、0.37、0.35 及 0.49%(表 3)。

在硬度方面，冬季果實的硬度普遍較夏果高(表 4)。在各貯藏溫度間，隨著貯藏溫度的增加，果實硬度有些微的降低，但彼此之間的差異亦未達顯著。在不同貯藏溫度下脫粒率的比較(表 5)，貯藏一個月後，夏果之貯藏溫度低於 6°C 其脫粒率皆低於 2%，而貯藏溫度 9 及 12°C 時，其脫粒率為 8.64 及 8.67%，貯藏溫度 15°C 其脫粒率高達 13.65%，冬季果

表 2. '巨峰'葡萄在不同溫度中貯藏 1~3 個月總可溶性固形物含量之變化

Table 2. Changes in total soluble solids content of winter and summer 'Kyoho' grape stored at various temperatures for 1~3 months.

Storage temperature(°C)	Total soluble solids(°Brix)					
	1 ^z		2		3	
	S ^y	W ^x	S	W	S	W
At harvest	16.60 a ^w	17.04 a	16.60 ab	17.04 a	16.60 a	17.04 a
-1	15.80 a	15.96 a	15.98 ab	16.32 a	16.54 a	15.52 a
1	17.06 a	16.44 a	15.32 b	16.24 a	16.14 a	17.16 a
3	15.80 a	17.62 a	15.98 ab	17.04 a	16.54 a	16.36 a
6	17.06 a	15.88 a	16.88 a	16.60 a	16.28 a	-
9	15.86 a	15.80 a	15.80 ab	16.86 a	-	-
12	15.32 a	16.16 a	- ^v	-	-	-
15	15.60 a	16.78 a	-	-	-	-

^z Storage time(months).

^y S=harvest at summer.

^x W=harvest at winter.

^w Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level.

^v Fruits were decay, no data recorded.

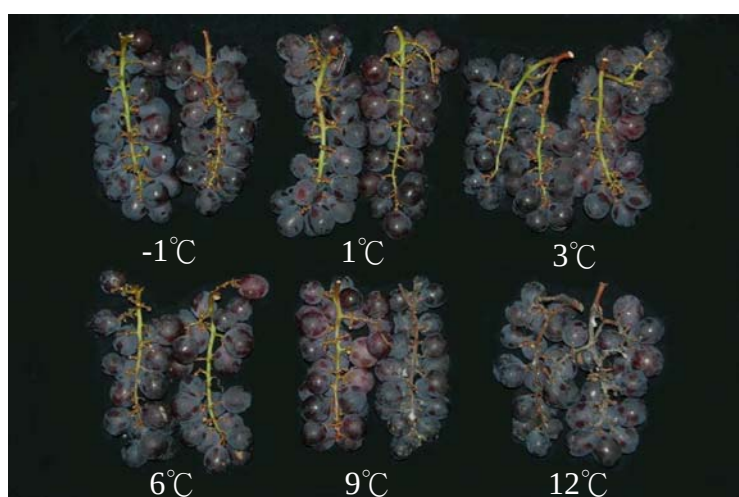


圖 2. '巨峰'葡萄冬季果在不同溫度中貯藏 1 個月之變化。

Fig. 2. Changes in appearance of 'Kyoho' grape stored at various temperatures for 1 month.

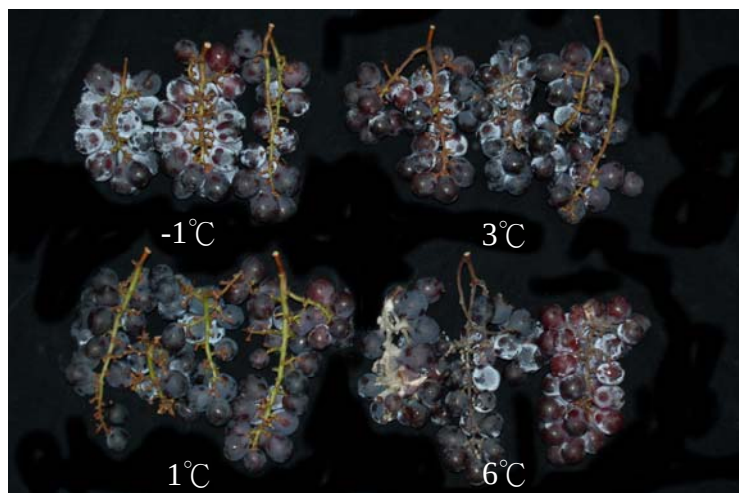


圖 3. '巨峰'葡萄冬季果在不同溫度中貯藏 3 個月之變化。

Fig 3. Changes in appearance of 'Kyoho' grape stored at various temperatures for 3 months.

表 3. '巨峰'葡萄在不同溫度中貯藏 1~3 個月其可滴定酸含量之變化

Table 3. Changes in titratable acidity content of winter and summer 'Kyoho' grape stored at various temperatures for 1~3 months.

Storage temperature(°C)	Titratable acidity(%)					
	1 ^z		2		3	
	S ^y	W ^x	S	W	S	W
At harvest	0.73 a ^w	0.64 a	0.73 a	0.64 a	0.73 a	0.64 a
-1	0.53 b	0.55 a	0.40 b	0.47 b	0.35 c	0.52 b
1	0.52 b	0.58 a	0.48 b	0.59 a	0.37 c	0.48 b
3	0.53 b	0.54 a	0.40 b	0.55 ab	0.35 c	0.55 b
6	0.48 b	0.55 a	0.47 b	0.60 a	0.49 b	-
9	0.50 b	0.63 a	0.43 b	0.59 a	-	-
12	0.45 b	0.61 a	- ^v	-	-	-
15	0.51 b	0.55 a	-	-	-	-

^z Storage time(months).

^y S=harvest at summer.

^x W=harvest at winter.

^w Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level.

^v Fruits were decay, no data recorded.

此時脫粒率更高達 22.28%。貯藏至第二個月時，夏季果於 6℃之脫粒率 5.30%較冬季果 19.27%低，而在 9℃之脫粒率增加至 17.40%，冬季果脫粒率 26.49%更明顯高於夏季果。結果顯示無論冬、夏果，隨著貯藏溫度的增加其脫粒率均有明顯增加。

在不同貯藏溫度下腐爛發生率，大致上和脫粒相似，隨貯藏溫度的增加，其腐爛率也相對的較高，在夏季果貯藏第一個月時，其腐爛情形僅在 6℃時發生率為 1.1%，其餘貯藏溫度皆無腐爛情形，但冬季果部分，其腐爛率在 12 及 15℃分別為 45.38 及 54.73%，幾乎一半以上都有腐爛的情形，和-1~9℃之果實腐爛率已達顯著差異。貯藏至第二個月，夏季果於 3、6 及 9℃之腐爛率為 2.12、5.30 及 17.40%，皆比冬季果之 15.39、19.27 及 26.49%來的低 (表 6)。

表 4. '巨峰'葡萄在不同溫度中貯藏 1~3 個月硬度之變化

Table 4. Changes in firmness of winter and summer 'Kyoho' grape stored at various temperatures for 1~3 months.

Storage temperature(°C)	Firmness(Kg)					
	1 ^z		2		3	
	S ^y	W ^x	S	W	S	W
At harvest	0.59 a ^w	0.69 a	0.59 a	0.69 a	0.59 a	0.69 a
-1	0.46 bc	0.68 a	0.45 b	0.56 bc	0.48 b	0.62 ab
1	0.51 b	0.64 ab	0.45 b	0.62 ab	0.47 b	0.55 bc
3	0.47 bc	0.62 ab	0.42 b	0.58 bc	0.45 b	0.54 c
6	0.45 bc	0.58 b	0.48 b	0.55 bc	0.42 b	-
9	0.42 c	0.57 b	0.41 b	0.54 c	-	-
12	0.46 bc	0.61 ab	- ^v	-	-	-
15	0.52 b	0.62 ab	-	-	-	-

^z Storage time(months).

^y S=harvest at summer.

^x W=harvest at winter.

^w Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level.

^v Fruits were decay, no data recorded.

表 5. '巨峰'葡萄在不同溫度中貯藏 1~3 個月脫粒率之變化

Table 5. Changes in shatter of winter and summer 'Kyoho' grape stored at various temperatures for 1~3 months.

Storage temperature(°C)	Shatter(%)					
	1 ^z		2		3	
	S ^y	W ^x	S	W	S	W
-1	0.00 b ^w	1.46 b	2.22 b	1.10 b	2.70 a	3.75 a
1	0.59 b	1.20 b	1.74 b	8.56 ab	8.44 a	14.95 a
3	1.15 b	4.94 b	2.12 b	15.39 ab	4.32 a	11.31 a
6	0.56 b	5.36 b	5.30 ab	19.27 ab	1.92 a	-
9	8.64 a	6.24 b	17.40 a	26.49 a	-	-
12	8.67 a	8.53 b	- ^v	-	-	-
15	13.65 a	22.28 a	-	-	-	-

^z Storage time(months).^y S=harvest at summer.^x W=harvest at winter.^w Mean separation within column by Duncan's multiple range test at 5% level.^v Fruits were decay, no data recorded.

表 6. '巨峰'葡萄在不同溫度中貯藏 1~3 個月腐爛率之變化

Table 6. Changes in berry decay of winter and summer 'Kyoho' grape stored at various temperatures for 1~3 months.

Storage temperature(°C)	Berry decay(%)					
	1 ^z		2		3	
	S ^y	W ^x	S	W	S	W
-1	0.00 a ^w	0.56 b	0.00 b	1.10 b	9.77 a	0.00 b
1	0.00 a	0.45 b	1.17 b	0.00 b	13.57 a	14.47 a
3	0.00 a	1.02 b	0.51 b	5.04 b	7.64 a	21.00 a
6	1.11 a	6.19 b	7.01 a	46.26 a	3.94 a	-
9	0.00 a	8.94 b	9.52 a	68.07 a	-	-
12	0.00 a	45.38 a	- ^v	-	-	-
15	0.00 a	54.73 a	-	-	-	-

^{z y x w v} 同上

討 論

隨著貯藏溫度的增加，無論冬夏果，其失重率也跟著增加，唯獨-1℃其失重率都較1℃高些(表 1)，雖未達非常顯著差異，這或許是低溫造成果實的傷害導致果實細胞的受損，但從圖 1 的葡萄漿果冷卻曲線中可以推測葡萄在低溫-1℃下不會有結冰的現象發生，隨著糖度的增加，其冰點應該可以下降到更低，所以在不同的貯藏溫度試驗中，以-1℃來做為處理條件，觀察其對葡萄品質上有無助益。

可滴定酸在冬夏果不同貯藏溫度的部分，夏果之可滴定酸會比冬果來的低些，主要是因為夏天氣溫較高且水份足，果實生長快速，但表 3 在採收時夏果的可滴定酸為 0.73%，比冬果的 0.64%高，主要原因推測是夏果採果園位於新社，當時正值新社種苗場所舉辦的花田活動現場，果農為了趕搭觀光熱潮販售葡萄，故在採收成熟度較不足情況下採收，和冬果相較之下酸降的較少。但在貯藏後第一個月，無論冬夏果其可滴定酸含量皆比採收時下降許多，在夏果部分，其可滴定酸在經貯藏後皆比冬果還來的低。

黃(1982)的調查指出，不同生長季節其‘巨峰’葡萄成熟期溫度較高者，其硬度則較低，此結果和本試驗中不同貯藏溫度之冬夏果比較結果類似，冬季果硬度皆高於夏季果，隨著貯藏溫度的增加，其硬度有下降的趨勢(表 4)，而這剛好和其失重率相反，故其硬度的下降可能原因為失重率的上升，導致葡萄果實產生軟化的現象，進而影響到硬度的表現。

施(2003)中指出，巨峰葡萄在 0-20℃貯藏環境下，隨時間的增加其脫粒率和腐爛率會逐漸升高，而果實硬度、果梗拉力及維生素 C 的含量則逐漸下降，而 0-20℃的貯藏溫度中，以 0℃為最佳貯藏溫度。在本試驗不同貯藏溫度中，隨貯藏溫度及時間增加其脫粒率確實有明顯的增加(表 5)，但施(2003)中結果以夏果之脫粒率高於冬果，而本試驗中之冬果脫粒率則略高於夏果，推測是因為夏果之新社果園有處理藥劑使其果實硬度較高，果穗十分緊密，脫粒率即降低。

低溫貯藏對於葡萄腐爛發生的影響，貯藏溫度越高，葡萄常發生的病害像是由 *Botrytis cinerea* 所引起的灰黴病(Gray mold)等越容易發病，隨著貯藏溫度下降，發病率則越低，但若過低易導致結冰，結冰造成的凍害可能會導致葡萄組織崩潰，喪失商品價值。Takeda 等(1983)將‘Muscadine’葡萄貯藏在 0、4.5 及 20℃下，在較高的貯藏溫度下，其腐爛的發生急遽的增加，但在三種溫度貯藏下，其總可溶性固形物、可滴定酸及有機酸等則沒有明顯的變化。表 6 中隨著不同貯藏溫度的增加，其腐爛率皆有明顯上升的情形，而其中以-1℃的貯藏溫度表現最好，Xue 及 Lite(1997)指出，在貯藏溫度接近 0℃時，果實的衰老會被延緩，且在 0℃時相對濕度接進飽和狀態下可以防止果實的失水發生。

參考文獻

- 施惠菁。2003。'巨峰'葡萄果實採收後之品質變化與脫粒問題。國立台灣大學園藝研究所碩士論文。102pp。
- 黃子彬。1982。巨峰葡萄果實生產與品質關係之研究。國立中興大學園藝研究所碩士論文。108 pp。
- Chen, C. S., T. K. Nguyen, and R. J. Braddock. 1990. Relationship between freezing point depression and composition of fruit juice systems. *J. Food Sci.* 55:6-567.
- Dellino, C. V. J. 1997. Cold and chilled storage technology, 2nd edn, london: Blackie academic & Professional. p.53-79
- Li, L. T. 1991. Research situation and prospect of agricultural products stored by using natural cool resources. *Trans. Chinese Soc. Agri. Engi.* 7:17-21.
- Min, Z., L. Chunli, H. Yanjun, Tao. Qian, and W. Haiou. 2001. Preservation of fresh grapes at ice-temperature-high-humidity. *Int. Agrophys.* 15:139-143.
- Peng, Z. M. 1994. Principle and practical techniques on fresh storage of fruits and vegetables. Urumchi: Xinjiang Science and Technology Press. p.6-10.
- Schirra, M., M. Agabbio, and G. D'Hallewin. 1998. Chilling response of grapefruit as affected by cultivar and harvest date. *Adv. Hort. Sci.* 12:118-122.
- Shang, X. S. 1995. Question and answer on storage and processing of fruits and vegetables. Agriculture Press. p.20-35.
- Takeda, F., M. S. Saunders, and J. A. Saunders. 1983. Physical and chemical changes in muscadine grapes during postharvest storage. *Am. J. Enol. Vitic.* 34:180-185.
- Xue, W. and L. Lite. 1997. The storage of peach at ice temperature. *Trans. Chinese Soc. Agri. Engi.* 13:216-220.
- Zhang, M., Y. Huan, Q. Tao, H. Wang, and C. L. Li. 2001. Studies on preservation of two cultivars of grapes at controlled temperature. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* 34:502-506.

Effect of Storage Temperatures on the Quality of 'Kyoho' Grape (*Vitis vinifera* × *V. labruscana*)

Wen-Hao Li ¹⁾ Ching-Chang Shiesh ²⁾

Key words: 'Kyoho' grape, Storage temperatures, Shatter

Summary

'Kyoho' grapes exist some problems to be solved with the overlong storage: the desiccating and browning stem, the berry dropping, and the rotten ear of grape. In the experiments on different preserve temperature and the comparison between summer fruit and winter fruit, the best storage temperature in one month is within -1°C to 6°C; -1°C to 3°C for two month storage, and -1°C to 1°C for three month storage. On the premise of no frostiness, the lower perservation temperature makes the longer storage duration. The comparison of summer and winter crops with 1 to 3 months of storage shows that the winter one suffers more shattered and rotten conditions.

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

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

蓮霧果實之生長

羅惠萍¹⁾ 賴榮茂²⁾ 陳京城³⁾ 楊耀祥⁴⁾

關鍵字：季節、花托、果肉細胞

摘要：為探討粉紅種及大果種蓮霧果實之生長，本研究以 6 年生樹為材料，調查春果及冬果之果實生長。由調查結果得知，春果及冬果之鮮重、體積、果長、果寬、海綿組織之長度與寬度、空腔之長度與寬度等生長曲線皆呈單 S 型。粉紅種及大果種春果的生長時間均需 9 週達到採收成熟度，而冬果則分別需時 10 週及 13 週。大果種之果重、海綿組織及空腔大小均較粉紅種大。兩品種的冬果形狀呈長鐘形，春果形狀呈短鐘形。果實之細胞分裂多在花蕾期間進行，於滿花前 1 週即停止分裂。大果種之果肉細胞層數較粉紅種多，但細胞較小近方形。冬果之果肉細胞較春果小，但細胞層數較春果多。

前 言

蓮霧(*Syzygium samarangense* Merr. & Perry)屬桃金娘科，原產馬來半島，17 世紀由荷蘭人自印尼引進台灣栽培。目前台灣栽培面積為 7,031 公頃，高屏地區佔 89%，以粉紅種及大果種為主要經濟品種。其產期經調節後於 10 月至翌年 6 月之間，其中以生產冬季果實佔較大部份，但春季及夏季果實亦不少(李，1997)。蓮霧果實之生長常因品種及生長季節之不同而有所差異，果實品質亦受影響，例如裂果之發生，不但使其品質低落，且有礙市場通路。目前已發表有關蓮霧果實生長之研究，有粉紅種(許等，1998)及人工雜交育成之新品種(廖及顏，2006)之報告。另外有以溫控方式對粉紅種蓮霧果實特徵影響之研究(潘，2002)，但有關不同季節及不同品種果實生長差異及其生長期間果肉細胞生長之變化

-
- 1) 國立中興大學園藝學系博士班研究生。
 - 2) 高雄區農業改良場副研究員。
 - 3) 國立中興大學園藝學系助理教授，通訊作者。
 - 4) 國立中興大學園藝學系教授

則尚未報告。本研究的主要目的為調查比較粉紅種及大果種蓮霧在不同季節之果實生長差異。

材料及方法

一、果實之生長

(一)、試驗材料

本研究於民國 92-93 年間，於台南縣南化鄉廖駿賢先生之蓮霧園，以 6 年生粉紅種及大果種植株生長之春果(5 月採收)及冬果(2 月採收)為調查對象。開花期標定花期一致之花朵，於滿花後 1 週開始至果實紅頭成熟，每週調查 1 次，每次採大小相近之果實 5 串，每串 5 個果實。

(二)、調查項目及方法

1. 果重：利用電子天秤秤量果實之重量。
2. 果實體積：果實之體積以浮力法測量。
3. 果長、果寬、海綿組織及空腔之長寬等：利用電子游標尺測量(圖 1)。海綿組織不含寬度。

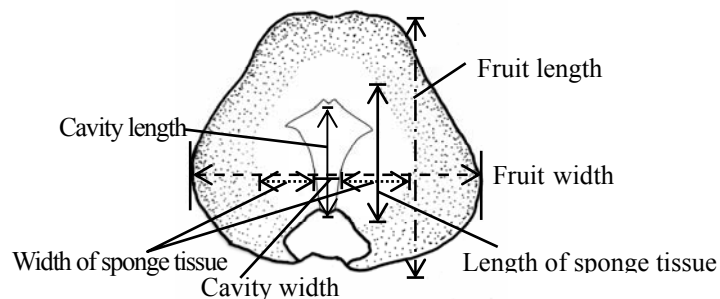


圖 1. 蓮霧果實測量各部位之縱切面

Fig.1. Longitudinal section of waxapple fruit.

二、果實之細胞變化

(一)、試驗材料

1. 花托

蓮霧果實主要由花托發育形成。本試驗於民國 93 年於上述果園選擇兩品種春果的花蕾為調查對象。在花蕾形成後，分別於 2 月~3 月採取滿花前 23 天、16 天、7 天及 1 天之花蕾，每次採取大小相近的花蕾 3 朵，作為花托細胞調查之用。

2. 果肉

同一、果實之生長試驗材料。

(二)、調查項目及方法

取花托及果實接近果蒂之部位，將細胞分為內層及外層(圖 2)，調查組織內層及外層的細胞層數及大小。將縱切的花蕾及果肉以 FAA 液(Formalin, Alcohol, Acetic acid)固定之後，將整粒花托或果肉以 3 秒膠粘著於緩衝液盤上，待材料粘著固定後再注入緩衝液(蒸餾水)，利用 Microslicer DTK-1000 非凍結式切片機，將材料切成 15~20 μm 厚，再進行染色及脫水，依序以二甲苯及無水酒精混合液(1:1)、無水酒精、95% 酒精、85% 酒精、70% 酒精及 50% 酒精分別浸泡 5~10 分鐘，並以 1% Safranin 50% 酒精溶液浸泡 2~4 小時。再以蒸餾水洗去多餘染劑後再依序以 50% 酒精、70% 酒精、85% 酒精、95% 酒精、0.5% Fast green 95% 酒精溶液(10~20 秒)、無水酒精及二甲苯與無水酒精混合液(1:1)分別浸泡 5~10 分鐘，最後以二甲苯浸泡 10 分鐘。最後以加拿大樹膠封片，製成永久片，置於顯微鏡下調查細胞層數及大小。

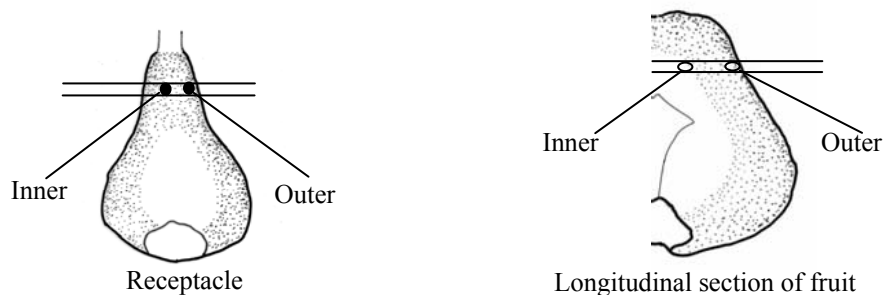


圖 2. 調查之花托及果肉組織的位置

Fig. 2. Receptacle and flesh cell position of observed tissues.

結 果

一、果實之生長

(一)、果重

粉紅種及大果種春果鮮重之變化如圖 3A 所示，果重於滿花後 4 至 7 週間急速增加，兩品種自滿花至果實成熟所需的時間皆為 9 週，其成熟果實之平均鮮重分別為 127g 及 150g。粉紅種及大果種冬果鮮重之變化如圖 3B 所示，粉紅種果實於滿花後 1 至 7 週生長發育緩慢，而於滿花後 7 至 10 週間之生長速率急速增加，滿花後 13 週成熟果實平均鮮重為 110g。大果種果實於滿花後 1 至 5 週間生長發育較緩慢，而於滿花後 10 週成熟，平均

果實鮮重達 137 g。粉紅種果實初期發育所需的時間較大果種長，且果實生長周期亦較長。而大果種果實的快速生長期則較粉紅種早，果實的生長周期亦明顯比粉紅種短。兩個品種之春果鮮重均大於冬果，春果生長所需時間也較冬果短。

(二)、果實體積

粉紅種及大果種春果體積，於滿花後4至7週間急速增加，其中大果種平均體積由19cm³增加至146 cm³ (圖4A)。粉紅種冬果體積於滿花後1至7週間之變化不大，而果實成熟時平均為123 cm³。大果種冬果體積於滿花後1至5週間之變化不大，之後快速增加，於採收時平均達149 cm³ (圖4B)。兩個品種之春果體積均大於冬果。

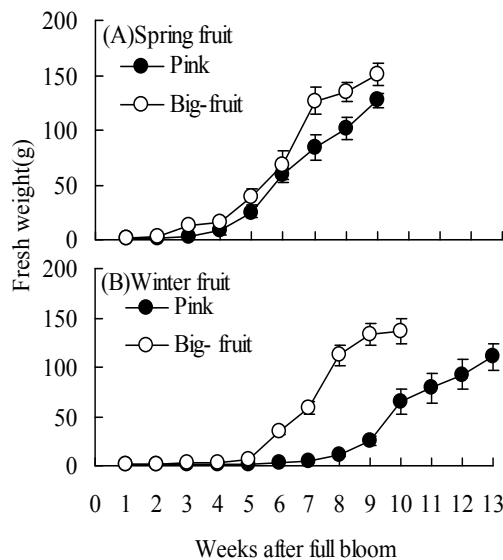


圖 3.粉紅種及大果種蓮霧果實發育期間鮮重之變化

Fig. 3. Changes in fresh weight of 'Pink' and 'Big-fruit' waxapple fruits during development.

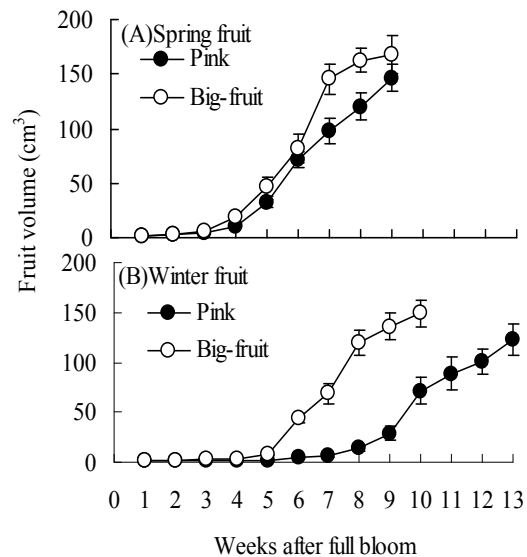


圖 4. 粉紅種及大果種蓮霧果實發育期間體積之變化

Fig. 4. Changes in fruit volume of 'Pink' and 'Big-fruit' waxapples during development.

(三)、果實長寬

粉紅種及大果種春果果長之變化情形如圖 5A 所示，粉紅種之果長於滿花後 1 至 5 週間有些微變化，果長於果實成熟時達 66 mm。大果種春果之果長於滿花後 1 至 3 週間之變化小，但於滿花後 5 至 7 週間逐漸增加，採收時達 68 mm。粉紅種及大果種冬果果長之變化情形如圖 5B 所示，粉紅種之果實發育初期變化較緩慢，於滿花後 8 週增加速率加快，於滿花後 13 週其果長為 64 mm。大果種冬果之果長於滿花後 1 至 6 週間之變化小，之後

快速增加，滿花後 10 週果實成熟時達 64 mm。

粉紅種及大果種春果果寬於發育初期變化較緩慢，滿花後 3 週隨著週數的增加，果寬亦隨之增加(圖 6A)。粉紅種冬果果寬於果實發育初期變化較緩慢，滿花後 7 週增加速率加快，在果實成熟時達 49mm。大果種則自滿花後 5 週快速增加，果實成熟時 57 mm (圖 6B)。春、冬兩季果實寬度之生長以春果較快。

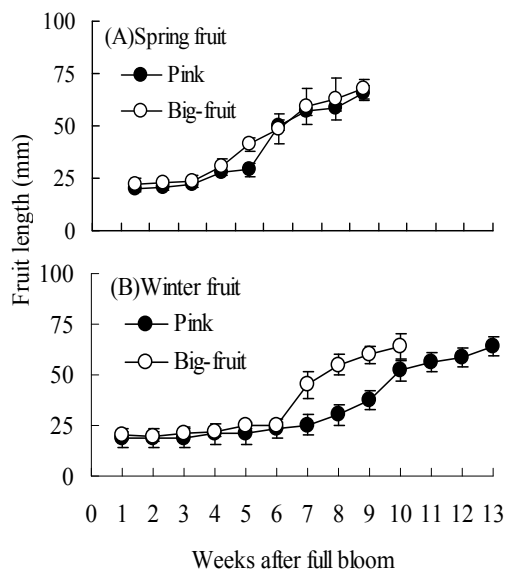


圖 5. 粉紅種及大果種蓮霧果實發育期間果長之變化

Fig. 5. Changes in fruit length of 'Pink' and 'Big-fruit' waxapples during development.

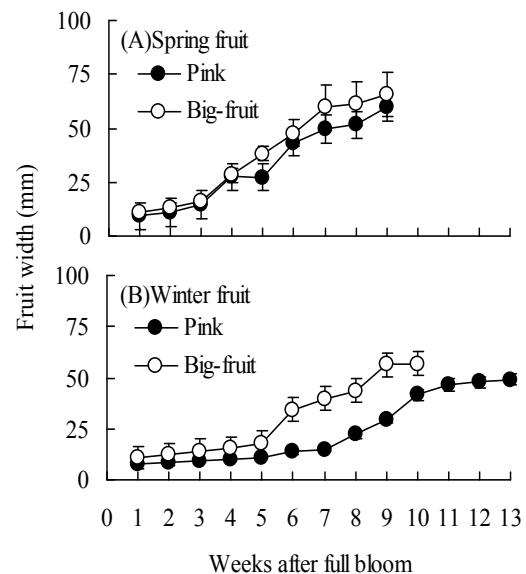


圖 6. 粉紅種及大果種蓮霧果實發育期間果寬之變化

Fig. 6. Changes in fruit width of 'Pink' and 'Big-fruit' waxapples during development.

(四)、果實海綿組織

粉紅種及大果種春果於滿花後 1 至 7 週間之海綿組織長度持續增加，而於滿花後 8~9 週不再增加，成熟時粉紅種達 20mm，大果種達 22mm(圖 7A)。粉紅種冬果之海綿組織長度於滿花後 1 至 3 週間之變化小，之後穩定的增加至滿花後 8 週，而於滿花後 9 至 13 週間增加趨勢減緩，在滿花後 13 週果實成熟時為 17mm。大果種冬果之果實綿組織長度於果實發育期間均維持穩定的增加，在滿花後 10 週為 18mm(圖 7B)。大果種之海綿組織長度較粉紅種長，該兩品種蓮霧皆以春果的海綿組織長度較冬果長。

粉紅種春果之海綿組織寬度於滿花後 1 至 9 週間皆有明顯增加，大果種之增加趨勢與粉

紅種相近(圖8A)。冬果之海綿組織寬度於滿花後1至5週間變化較小，之後增加速率加快，粉紅種於滿花後13週達15mm，大果種於滿花後10週達19mm(圖8B)。兩品種春果海綿組織之寬度均大於冬果。海綿組織寬度之增加速率大於長度之增加速率。

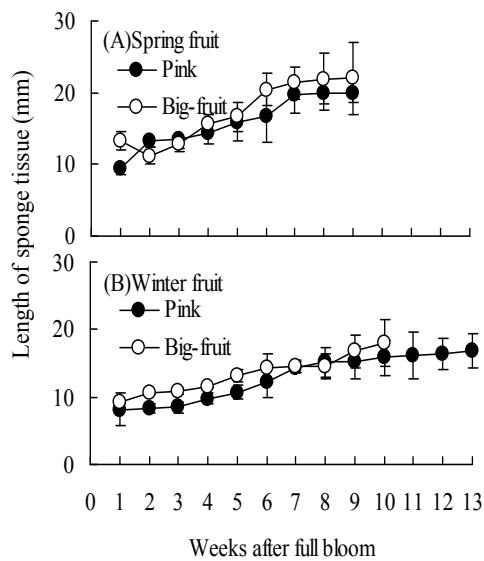


圖 7. 粉紅種及大果種蓮霧果實發育期間海綿組織長度之變化

Fig. 7. Changes in length of sponge tissue in 'Pink' and 'Big-fruit' waxapple fruits during development.

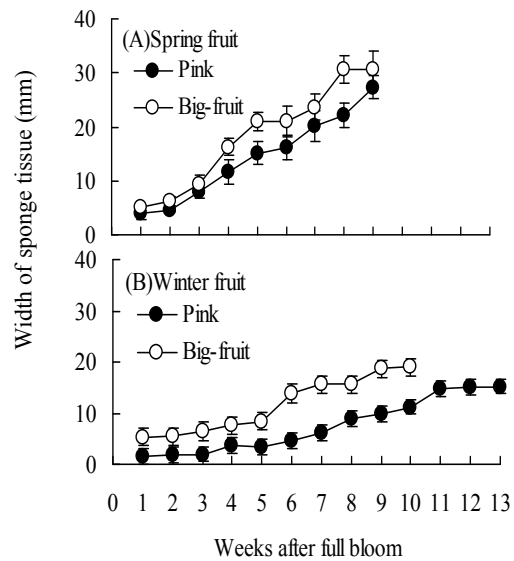


圖 8. 粉紅種及大果種蓮霧果實發育期間海綿組織寬度之變化

Fig. 8. Changes in width of sponge tissue in 'Pink' and 'Big-fruit' waxapple fruits during development.

(五)、果實空腔

粉紅種春果空腔長度，自滿花後5週至果實成熟期間其果實空腔之長度快速的增加，於滿花9週達23mm。大果種春果於滿花後1至4週間果實空腔之長度變化小，但於滿花後5至9週持續增大，滿花後9週之空腔長度達26mm(圖9A)。粉紅種冬果空腔長度於滿花後1至8週間之變化小，在滿花後8至10週間明顯增大，而後增加趨勢減緩，於滿花13週之長度為16mm(圖9B)。大果種冬果空腔長度自滿花後5週開始明顯增加，於滿花後10週達18mm。兩品種春果空腔長度均較冬果長。

果實空腔寬度方面，粉紅種春果自滿花後5週明顯增寬，在滿花後9週為19mm。大果種春果空腔寬度之變化曲線與粉紅種相似，在滿花後9週達23mm(圖10A)。粉紅種冬果之空腔寬度，於滿花後1至7週之變化平緩，滿花後8至10週間快速增加，而後增加速度減緩，

在滿花後13週為18mm。大果種空腔寬度於滿花後初期變化小，滿花後5至8週間急速增加，在滿花後10週為19 mm(圖10B)。兩品種春果的空腔寬度均較冬果寬。

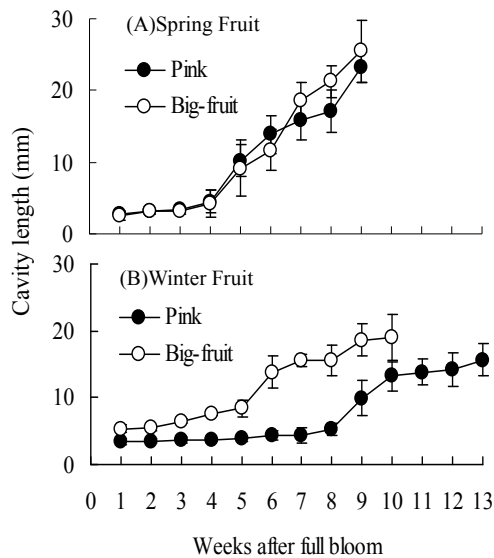


圖 9. 粉紅種及大果種蓮霧果實發育期間空腔長度之變化

Fig. 9. Changes in cavity length of 'Pink' and 'Big-fruit' waxapple fruits during development.

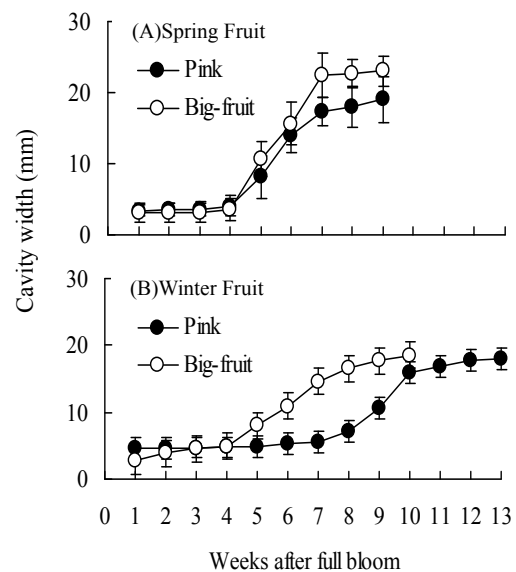


圖 10. 粉紅種及大果種果實發育期間空腔寬度之變化

Fig. 10. Changes in cavity width of 'Pink' and 'Big-fruit' waxapple fruits during development.

二、果實細胞之變化

(一)、花托細胞

花托細胞之變化如表1所示。粉紅種蓮霧花托細胞層數於滿花前23天時約45層，內層細胞大小為 $0.21 \times 0.22 \mu\text{m}$ ，外層為 $0.19 \times 0.20 \mu\text{m}$ 。在滿花前16天增加至68層，滿花前7天達81層，內層細胞大小為 $0.96 \times 0.96 \mu\text{m}$ ，外層為 $0.96 \times 0.98 \mu\text{m}$ 。滿花前7天至滿花前1天細胞層數不再增加，但內層細胞大小增為 $1.23 \times 1.22 \mu\text{m}$ ，外層增加至 $1.20 \times 1.23 \mu\text{m}$ 。大果種在滿花前16天細胞層數即已達86，內層細胞大小為 $0.74 \times 0.74 \mu\text{m}$ ，外層為 $0.72 \times 0.73 \mu\text{m}$ 。滿花前7天，細胞層數僅為88層，但細胞大小增加至內層細胞 $1.21 \times 1.22 \mu\text{m}$ ，外層細胞 $1.14 \times 1.10 \mu\text{m}$ 。滿花前7天至滿花前1天，細胞層數不再增加，但細胞仍持續肥大，內層細胞大小達 $1.54 \times 1.53 \mu\text{m}$ ，外層細胞為 $1.22 \times 1.24 \mu\text{m}$ 。滿花前1天，兩品種外層細胞大小差異不大，但大果種內層細胞明顯大於粉紅種，其細胞層數也多於粉紅種。

表 1. 粉紅種及大果種蓮霧春天之花蕾發育期間花托細胞層數及大小之變化

Table 1. Changes in number of cell layer and cell size in receptacles of 'Pink' and 'Big-fruit' waxapple spring flowers during development.

Days before full bloom	Pink			Big-fruit		
	Cell layer number	Cell size (Length×Width) (μm)		Cell layer number	Cell size (Length×Width) (μm)	
		Inner part	Outer part		Inner part	Outer part
23	45±3 ^z	0.21× 0.22	0.19× 0.20	75±3	0.50× 0.51	0.48× 0.49
16	68±2	0.43× 0.44	0.42× 0.45	86±2	0.74× 0.74	0.72× 0.73
7	81±2	0.96× 0.96	0.96× 0.98	88±2	1.21× 1.22	1.14× 1.10
1	80±2	1.23× 1.22	1.20× 1.23	88±4	1.54× 1.53	1.22× 1.24

^z: Mean ± standard error.

(二)、果肉細胞

春果果肉細胞之變化如表 2 所示。粉紅種及大果種果實細胞層數由滿花後 1 週至果實成熟之間並無明顯變化，粉紅種約 83~84 層，而大果種約 90~91 層，滿花至滿花後 1 週，兩品種細胞層數均只約增加 3 層，顯示細胞分裂主要發生在滿花前。滿花後主要為細胞肥大。隨著滿花後週數的增加，果實內層及外層之細胞大小亦隨之增大，且細胞長度增加速度大於寬度。粉紅種於滿花 3 週之後，內外層細胞之長度及寬度皆快速增加，且細胞長度之增加速度大於寬度，滿花後 9 週，內層細胞大小為 57.1×41.7 μm，外層細胞為 56.5×38.7 μm。大果種於滿花後 3 至 5 週間，細胞長度增加明顯，但花後 5 至 6 週間增加明顯遲緩。大果種細胞寬度增加速率明顯低於長度，且低於粉紅種。花後 9 週果實成熟時，粉紅種之細胞長度與寬度較接近，故細胞近於方形(長/寬≐1.4)，而大果種細胞長度明顯大於寬度，細胞呈長形(長/寬≐2.8)。

冬果果肉細胞之變化如表 3 所示。粉紅種及大果種冬果果實細胞層數由滿花後至果實成熟時差異不大，僅約增加 2 層，粉紅種為 90~92 層，而大果種為 101~103 層。與春果相同，滿花後之果實生長主要為細胞肥大。粉紅種果肉內外層細胞大小(長寬)之變化相當一致。滿花後 1 至 4 週間緩慢增加，滿花後 5 至 9 週間速率加快，之後又緩慢下來，至滿花後 13 週之果實採收時，內層細胞之長寬為 39.3×35.7 μm，而外層細胞為 39.9×38.1 μm，比春果略小，但更接近方形(長/寬≐1.07)。大果種內外層細胞長度之增加速度均大於寬度，細胞長度之快速增加期較長達 4 週(花後 5 至 9 週)，而寬度僅 2 週(花後 5 至 7 週)。至花後 10 週果實採收時，內層細胞之長寬為 41.6×20.8 μm，而外層細胞為 31.5×14.3 μm，與春果相同，細胞呈長形，但長/寬比略減約為 2.1。

兩品種間比較，大果種春果及冬果細胞層數均較粉紅種多。兩品種之冬果細胞層數均大於春果。細胞大小以春果較冬果大，細胞排列較不規則且大小差異較大；冬果細胞較小，細胞排列較規則且大小較相近。大果種細胞長度與粉紅種相近，但細胞寬度明顯小於粉紅種。

表 2. 粉紅種及大果種蓮霧春果發育期間果肉細胞層數及大小之變化

Table 2. Changes in number of cell layer and cell size in flesh of 'Pink' and 'Big-fruit' waxapple spring fruits during development.

Weeks after full bloom	Pink			Big-fruit		
	Cell layer number	Cell size (Length×Width) (μm)		Cell layer number	Cell size (Length×Width) (μm)	
		Inner part	Outer part		Inner part	Outer part
1	83±2 ^z	2.7× 2.7	2.1× 2.3	90±3 ^z	4.5× 3.6	2.7× 2.4
2	84±3	4.5× 3.0	5.4× 3.6	90±2	7.2× 5.1	7.2× 4.4
3	83±2	6.8× 3.5	7.2× 3.6	91±3	13.4× 7.6	10.7× 7.3
4	83±3	14.6× 9.0	13.1× 9.4	90±2	22.3× 7.1	21.4× 8.9
5	84±3	18.8×13.1	16.9×12.1	90±2	37.2×14.9	24.3×11.9
6	83±2	22.6×17.9	23.8×16.7	90±3	40.2×15.9	25.3×11.9
7	84±2	47.6×26.9	30.9×22.6	90±3	43.4×17.4	35.7×12.5
8	83±2	50.6×29.8	42.8×26.8	90±2	59.5×22.3	53.6×20.8
9	84±2	57.1×41.7	56.5×38.7	91±2	62.5×23.8	59.5×17.9

^z: Mean ± standard error.

討 論

在果實生長發育過程中，果實內外物理性狀的變化可藉由果實生長曲線得知。果實之生長的曲線會因樹種、品種及環境等因素之影響而有所差異。單 S 型生長曲線，發育初期生長緩慢，中期生長迅速，到後期又趨於緩和。本試驗調查蓮霧果實生長發育情形，結果發現粉紅種及大果種蓮霧，包含鮮重、體積、果長、果寬、海綿組織之長度及寬度、空腔之長度及寬度等，皆呈單 S 型曲線。此結果與許等(1998)調查粉紅種蓮霧果重、體積、果長及果寬之結果相似，而邱(2003)研究大果種蓮霧果實亦呈類似的生長情形。

表 3. 粉紅種及大果種蓮霧冬果發育期間果肉細胞層數及大小之變化

Table 3. Changes in number of cell layer and cell size in flesh of 'Pink' and 'Big-fruit' waxapple winter fruits during development.

Weeks after full bloom	Pink			Big-fruit		
	Cell layer number	Cell size (Length×Width) (μm)		Cell layer number	Cell size (Length×Width) (μm)	
		Inner part	Outer part		Inner part	Outer part
1	90±2 ^z	1.6× 1.8	1.4× 1.5	101±2	2.0× 2.0	2.0× 2.3
2	92±3	1.5× 2.0	2.7× 3.3	101±2	2.1× 3.4	2.2× 2.3
3	93±2	3.2× 3.2	4.4× 4.0	101±3	6.3× 6.3	5.8× 5.6
4	93±3	3.9× 3.9	4.5× 4.7	102±4	7.5× 5.8	6.8× 6.5
5	92±2	6.8× 6.4	6.4× 6.5	101±5	8.3× 5.4	7.2× 6.8
6	92±2	9.8× 9.4	12.4×12.4	102±2	10.7× 7.9	11.4×10.0
7	92±3	17.9×17.3	15.4×15.1	102±3	30.3×20.8	25.0×16.5
8	92±3	25.6×24.6	25.3×25.0	101±3	31.5×26.2	25.6×16.7
9	92±2	30.9×29.8	30.8×29.4	102±3	39.4×21.4	31.2×15.5
10	92±2	32.7×32.1	32.7×32.2	103±3	41.6×20.8	31.5×14.3
11	92±2	34.5×33.3	35.1×33.1			
12	92±2	37.6×35.7	38.3×34.7			
13	92±2	39.3×35.7	39.9×38.1			

^z: Mean ± standard error.

葡萄冬果果實之生長速度比夏果慢(孫及楊, 1997), 且冬果果實生長周期較長(郭等, 2001)。本研究亦發現粉紅種及大果種蓮霧冬果果實的生長曲線均較春果平緩。Hale 及 Buttrose(1974)指出, 果實生長期遇低溫可能延長果實生長周期, 但如果遇高溫則會縮短果實生長周期。本研究亦得到相同之結果, 粉紅種由滿花至果實成熟, 春果為9週, 冬果則需13週, 而大果種春果亦為9週, 冬果則需10週。粉紅種之冬果果實生長初中期(滿花後1~8週)之生長速度緩慢, 推測其原因可能是該階段為冬季最低溫的時期, 果實發育遲緩, 因而延長果實的生長周期。大果種冬果雖亦有遇低溫而發育遲緩的現象, 但時間較短, 生長周期僅較春果多1週。另外, 春果的生長速度較快, 係因其滿花後氣溫已漸回升, 促使果實之生長加速。

果形是隨著果長及果寬之生長速率的變化而改變。大果種蓮霧果長及果寬生長速率較一致，因此其果實呈現較短鐘形。而粉紅種果長生長速率較果寬快，因此其果實呈長鐘形。果形亦受生長環境之影響，特別是溫度，例如冷子番荔枝的果形在溫暖的氣候環境下果實較小且形狀不規則(Higuchi *et al.*, 1998)。Trom(1990)亦指出蘋果生長於溫暖的氣溫環境下果形呈扁圓形，而生長於冷涼氣候下呈長圓形。生長於冬季的葡萄柚果實，生長溫度越低時，其果形指數則越高(Cohen *et al.*, 1972)。本研究兩品種蓮霧之冬季果實形狀均較春果長，可知係受溫度之影響造成的結果。

花果等器官組織細胞層數的多寡取決於細胞分裂期之長短及分裂速率之快慢(新居, 1989)。桃、梅及櫻桃細胞分裂的時間約從開花至開花後4週，蘋果約在花後4-5週時停止分裂，梨則從開花至花後7-8週才停止分裂(Miklos, 1989)。柑桔細胞分裂的時間約在滿花至花後21天(Ruiz *et al.*, 2001)，葡萄約滿花後16~20天(Matthew *et al.*, 1987)，愛文及海頓芒果之細胞分裂期在滿花後76天內完成，而在來種芒果則在滿花後62天內完成(鍾等, 1999)。本研究之結果顯示蓮霧果實細胞分裂的時間較其他果樹早且短，其在滿花前已完成。粉紅種春果約在滿花前7天、大果種則在滿花前16天已完成細胞分裂。蓮霧果實主要是由花托組織發育而成，在開花前花托之細胞分裂已完成，而花後之果實主要為細胞的肥大，此與其他的果樹明顯不同。

果實的大小取決於細胞數目及細胞的大小(顏及林, 1991)。本研究之粉紅種及大果種蓮霧冬果較春果細胞層數多，推測此現象與細胞分裂時期的溫度有關。本研究冬果之花蕾的形成時期於11月10日，在台灣南部地區此時為較低溫的秋天，而蓮霧在花蕾形成時，花托已經開時進行細胞分裂，因溫度低所以其細胞分裂的時間可能較長，而春果之花蕾的形成時期約於2月初，在台灣南部地區此時溫度已開始回昇，因溫度較高所以其細胞分裂時間較短，可能因此冬果較春果的細胞層數多。孫及楊(1997)曾指出葡萄之夏果因果實細胞分裂期氣溫較低，所以分裂時間可能較長，因此細胞層數較多；而冬果實細胞分裂發生於高溫期，所以分裂時間較短，造成細胞層數較少。然而，潘(2002)指出於果實生長後期以人工加溫的方式觀察蓮霧果實生長情形，以30°C處理其果實的生長並沒有比無加溫處理生長快，此與本研究結果不近相同。本研究發現果實細胞大小以春果較冬果大，生長周期也較短。春果於果實生長過程皆處於較溫暖的環境，因此生長速率較冬果快。

另外，本研究發現大果種較粉紅種細胞層數多且細胞較小，兩品種有明顯差異。鍾等(1999)發現愛文及海頓芒果細胞層數比在來種芒果多，且其細胞大小亦比在來種大，顯示不同品種間果實之細胞生長會有明顯的差異。

致 謝

本研究為承蒙台南縣南化鄉廖駿賢先生提供試驗材料，國立嘉義大學園藝學系沈再木教授及郭維如講師提供試驗器材，謹此致謝。

參 考 文 獻

- 李賢德。1997。蓮霧栽培管理文彙。蓮霧產銷經營專輯 p.113-115。
- 邱嘉倩。2003。蓮霧大果品系源益性狀的比較。屏東科技大學熱帶農業研究所碩士論文。
- 孫慧慈、楊耀祥。1997。'蜜紅'葡萄之果實生長。興大園藝 22: 13-28。
- 許仁宏、廖秀珍、林慧玲、李國權。1998。蓮霧果實生育期間果實外部形態與內部有機成分的變化。中國園藝 44: 491-501。
- 郭銀港、李金龍、楊耀祥。2003。葡萄果實發育及無機養分之變化。興大園藝 26: 1-15。
- 廖一彰、顏昌瑞。2006。蓮霧之授粉及育種。蓮霧產業發展專刊 p.71-94。
- 潘曉華。2002。溫度對蓮霧果實特徵與生理的影響。屏東科技大學熱帶農業研究所碩士論文。 p.71-81。
- 鍾立展、林榮貴、翁慎微、楊耀祥。1999。芒果之果實生長。興大園藝 24: 1-16。
- 顏昌瑞、林宗賢。1991。果實生長發育與果實品質之改進。台灣果樹之生產及研究發展研討會專刊。農業試驗所編印 p.55-60。
- 新居直祐。1989。果實の型態機構と發育(1)。農業および園芸 65: 871-877。
- Cohen, A., J. Lomas, and A. Rassis. 1972. Climatic effects on fruit shape and peel thickness in 'Marsh Seedless' grapefruit. J. Amer. Soc. Sci. 97: 768-777.
- Hale, C. R. and M. S. Buttrose. 1974. Effect of temperature on ontogeny of berries of *Vitis Vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99(5): 390-394.
- Higuchi, H., N. Utsunomiya, and T. Saskuratani. 1998. High temperature effects on cherimoya fruit set, growth and development under greenhouse conditions. Sci. Hort. 77: 23-27
- Matthews, M.A., G. Cheng, and S.A. Weinbaum. 1987. Changes in water potential and dermal extensibility during grape berry development. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112: 314-319.
- Miklos, F. 1989. Fruit development. In: Physiology of temperate zone fruit tree p.212-220. John Wiley & Sons, New York.
- Ruiz, R. A., G. Luis, C. Monerri, and J. L. Guardiola. 2001. Carbohydrate availability in relation to fruitlet abscission in citrus. Ann. Bot. 87 (6): 805-812.
- Tromo, J. 1990. Fruit shapes in apple under various controlled environment condition. Sci. Hort. 45: 109-115.

Growth of Waxapple (*Syzygium samarangense*) Fruits

Hui-Peen Lo¹⁾ Rong-Mao Lai²⁾ Ching-Cheng Chen³⁾ Yau-Shiang Yang⁴⁾

Key words: Season, Receptacle, Flesh cell

Summary

This study was to examine the seasonal effects on fruit growth of 'Pink' and 'Big-fruit' waxapples. Six-year-old trees were used in this study. The spring fruits were harvested from March to May and winter fruits were harvested from December to February. It was found that growth curves in fresh weight, volume, length, width of fruit, length and width of sponge tissue, and length and width of cavity, all showed single sigmoid in both spring and winter fruits of 'Pink' and 'Big-Fruit' waxapples. It took 9 weeks for both 'Pink' and 'Big-fruit' waxapple fruits to grow and develop in spring, 10 weeks for 'Pink' waxapple and 13 weeks for 'Big-fruit' waxapple in winter, respectively. The weight, volume, length, width of fruit, length and width of sponge tissue, and length and width of cavity in 'Big-fruit' waxapple all were higher than that in 'Pink' waxapple. Fruits of both 'Pink' and 'Big-fruit' waxapples had long bell shape and short bell shape in winter and spring, respectively. The cell division cycle in both 'Pink' and 'Big-fruit' waxapple fruits were almost completed one week before full bloom. The number of cell layer in flesh of 'Big-fruit' was higher and cell size was smaller than in 'Pink' waxapple. The cell arrangement in winter fruit flesh was more compact than in spring fruit, because the number of cell layer was higher and cell size was smaller in winter fruit than that in spring fruit.

1) Graduate student in Ph.D. Program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

2) Associate Researcher, Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station.

3) Assistant Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

Corresponding author.

4) Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

高溫對彩色甜椒花粉活力與授粉之影響

王 昭 月¹⁾ 曾 夢 蛟²⁾

關鍵字：彩色甜椒、花粉、高溫、授粉

摘要：為本研究以 12 個彩色甜椒品系為供試材料 (包含田間篩選可能具耐熱潛力的“短筒鐘型”6 品系與“匈牙利紅椒”3 品系)，探討高溫(33℃)對彩色甜椒花粉發芽活力之影響，以及生殖生長期之高溫(33/27℃)對彩色甜椒花粉授粉能力與雌蕊受粉能力之影響，以瞭解高溫對彩色甜椒之生殖生理及結實的關係。試驗結果顯示，高溫(33℃)下彩色甜椒的花粉發芽率明顯下降，除‘Chocolate Miniature Bell’ 29.5%，其餘花粉發芽率皆低於 10.4%。另外，以螢光顯微鏡觀察高溫對花粉管 *in vivo* 生長之影響發現，高溫(33℃/27℃)下分化的花粉之授粉力明顯降低，但高溫發育的雌蕊柱頭及花柱之受粉能力較不受影響。進一步比較不同品系的彩色甜椒在高溫下之結果情形與果實內種子發育之數量發現，與高溫授粉後之花粉管生長的螢光顯微鏡觀察結果一致。綜合評估高溫下花粉發芽活力與授粉結果，以‘Chocolate Miniature Bell’、‘C02080’與‘C00947’等三品系，可能為耐熱性較佳之品系，其中又以‘C02080’為耐熱性表現最好。

前 言

甜椒與辣椒泛稱為番椒 (pepper, paprika)，屬茄科 (Solanaceae) 番椒屬 (*Capsicum*) 一或多年生蔬菜作物，原產於中、南美洲墨西哥、秘魯、玻利維亞等國家。Esbaugh (1983) 將番椒歸納為 25 個野生種，以及 5 個馴化栽培種 (*C. annuum*、*C. chinese*、*C. frutescens*、*C. baccatum*、*C. pubescens*)。其中 *C. annuum* L. 包含所有甜椒品種及部分辣椒品種，是最主要的栽培種。番椒染色體上一對顯性基因 *C*，控制果實辣味素 (Capsaicin) 之表現 (Somos, 1984)，其中具有辣味的即俗稱為辣椒 (英名：hot pepper, chile pepper, chili)，沒有

1) 行政院農委會農業試驗所生技組助理研究員；國立中興大學園藝學系博士班研究生。
2) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

辣味的則通稱為甜椒 (英名: sweet pepper 或 bell pepper); 據植物學家 Smith (1957) 與 Eshbaugh (1983) 等人研究結果, 甜椒可能源自於辣椒的變種。

早期全球甜椒栽培品種皆以綠色果實為主, 其中代表性的商業品種 'California Wonder', 為綠色大果實之甜椒品種, 果形為“短筒鐘型” (blocky、bell), 是由 Maule's 種子公司於 1928 年上市販售, 至今仍作為栽培品種之用 (DeWitt and Bosland, 1993; Bosland and Votava, 2000)。甜椒的果色與果形歧異性很大, 從幼果期的果色、轉色期至成熟期間, 果實顏色變化包羅萬象, 最普遍是綠色果實, 此外還包含黃色、橘紅色、橙色、紫色、褐色等豐富色彩, 習慣上將此類通稱為『彩色甜椒』。台灣甜椒栽培早期也以綠色果實為主, 通常俗稱為青椒; 至 80 年代以後才陸續栽培成熟果色多樣的「彩色甜椒」。近年來, 由於營養研究學者證實, 多數天然的植物色素具有較高之抗氧化能力, 益於健康; 彩色甜椒因此也被視為具有較高營養價值的蔬菜種類, 市場價格較傳統青椒高出 2 至 4 倍。

甜椒為暖季蔬菜作物 (warm season crops), 喜好溫暖氣候, 種子發芽適溫為 25~30°C, 溫度愈低種子發芽愈慢; 低於 10°C 或高於 35°C, 種子則無法發芽 (DeWitt and Bosland, 1993; Bosland and Votava, 2000)。但甜椒植株的生長溫度則偏好冷涼氣候, 平均栽培適溫為 21°C, 日溫範圍以 23°C 至 26°C, 夜溫以 18°C~21°C 為最佳; 在日溫超過 33°C 或夜溫超過 27°C 的環境下, 會導致落花或不結果現象之發生; 而低於 15°C 的夜溫會有花柱異常肥大, 造成畸形果發生 (Rylski and Spigelman, 1982; Erickson and Markhart, 2002)。據 Aloni 等人 (1994) 研究結果顯示, 甜椒花器較葉片對高溫的反應更為敏感, 尤其低光照下的高溫 (34°C), 導致其落花嚴重, 其中又以“短筒鐘型”的甜椒要更敏感於“匈牙利”甜椒。Reddy 與 Kakani (2007) 以 *in vitro* 高溫 (30~40°C) 下花粉發芽活力, 可用以評估不同來源的番椒種原之耐熱性。另外, 藉由螢光顯微鏡觀察, 可以監測作物授粉後花粉管 *in vivo* 實際之生長情形, 用以評估是否為有效之受粉作用 (Kaufmane and Rumpuneh, 2002; Mesejo *et al.*, 2007; Wang *et al.*, 2006)。

彩色甜椒栽培之合適溫度同於一般甜椒, 以 21~25°C 為宜; 但果實轉色時期, 其夜間溫度則需低於 25°C, 使轉色可以快速且完整。唯依據近五年的台灣氣象資料顯示, 蔬菜主要產區所在之雲嘉南地區, 每年六月至九月平均氣溫均高於 27°C, 因此不利於彩色甜椒之夏季栽培, 故慣型栽培下, 多於立秋後始進行經濟生產。為探討或進一步解決國內高價蔬菜-彩色甜椒的夏季栽培問題, 本研究擬針對最具高溫敏感性的開花時期, 藉不同高溫處理配合不同品系之彩色甜椒, 共同進行花粉活力與授粉表現之探討, 期望建立彩色甜椒高溫逆境下, 選種之生理指標。

材 料 與 方 法

一、影響彩色甜椒花粉 *in vitro* 發芽率之研究

(一)、試驗材料

以 12 個彩色甜椒 (*Capsicum annuum* L.) 品系為供試材料，其中“短筒鐘型”彩色甜椒 9 品系，包括：‘Chocolate Miniature Bell’(褐色果實)、『C00947’(橘紅色果實)、『C01184’(黃色果實)、『C05464A’(黃色果實)、『Dimond’(白色果實)、『RB 102’(紅色果實)、『KC 104’(褐色果實)，商業品種‘大吉星’(綠色果實，農友種苗)、『Diego’(黃色果實，荷蘭)，及“匈牙利”紅椒 3 品系，包括：‘C03338B’(橘紅色果實)、『C00611A’(橘紅色果實)與‘Pimento’(紅椒)，以及紫紅色辣椒‘TC07167’，計 13 個試驗品系。

13 個品系之番椒種子於 94 年 8 月 25 日播種於 Jiffy 泥炭鉢，育苗介質為泥炭土：珍珠石：蛭石 (1:1:1)，至 9 月 7 日定植，以 Bio-Mix 介質之袋植方式，置於網室栽培。栽培期間自定植至開花前，每週補充以花寶 2 號肥料稀釋 1,000 倍之葉面施肥，自開花至結果期則改施以花寶 3 號稀釋 1,000 倍，每週噴施。至開花期間固定於上午 9 點採得初開的花朵。以 96 孔 ELISA 盤子進行培養，每孔加入液體花粉培養液 200ul，以及 1 個剛開裂花藥的花粉，於室溫中培養 1~3 小時後鏡檢並照相存檔，再分別計算不同處理條件下之花粉發芽結果。本試驗中花粉發芽率計算，係以花粉管長度大於花粉粒直徑者，始視為有效之花粉發芽。

(二)、不同液體培養基對彩色甜椒之 *in vitro* 花粉發芽的影響

以開花數量較多之匈牙利彩椒‘C00611A’(橘紅色果實)，進行五種不同液體培養基之比較，並分別探討 1~3 小時間，各培養基之花粉發芽情形，各培養基之詳細配方和成分詳見表 1 與表 2。以上述試驗中獲得之適當培養時間，又以開花數量較多之匈牙利彩椒‘C03338B’(橘紅色果實)，進一步進行 10 種培養基花粉發芽之測定，取得最佳之花粉發芽培養基種類，以提供不同 *in vitro* 培養溫度之發芽率比較。

表 1. 彩色甜椒花粉發芽之液體培養基的藥品成分與濃度

Table1. Chemical formula and concentration used in the liquid culture media for pollen germination of *Capsicum*.

藥品成分代號 Character	藥品化學式 Chemical formula	成分終濃度 Final cncentration of formula
A	H ₃ BO ₃	100 ppm
B	MgSO ₄ · 7H ₂ O	200 ppm
C	Ca(NO ₃) ₂ · 4H ₂ O	300 ppm
D	CaCl ₂ · 2H ₂ O	100 ppm,
E	KNO ₃	100 ppm

表 2. 彩色甜椒花粉發芽之液體培養基的配方

Table2. Compositions of the liquid culture media for pollen germination of *Capsicum*.

培養基代號* Character for media	培養基組成分** Medium composition	蔗糖濃度 Sucrose (%)	PEG (MW: 3350) (%)
BandK-1	A+B+C+E	5%	-
BandK-2	A+B+C+E	10%	-
BandK-3	A+B+C+D3	-	10%
CS5	A+C	5%	-
DS5	A+D	5%	-
CSP5	A+C	5%	5%
DSP5	A+D	5%	5%
CS10	A+C	10%	-
CP10	A+C	-	10%
DS10	A+D	10%	-
DP10	A +D	-	10%)

* The character and formula were referred as Table 1.

** All of the medium were adjusted pH within 6.0~6.2.

(三)、溫度對彩色甜椒花粉 *in vitro* 發芽率之影響

以‘大吉星’、‘Chocolate Miniature Bell’、‘C05464A’、‘C03338B’與 ‘TC07167’ 等番椒 5 品系，分別於室溫(25℃)與高溫(34℃、39℃)下，進行溫度對 *in vitro* 花粉發芽率影響之探討。另外，於 95 年 5~6 月，取夏季期作網室內開花的“短筒鐘型”甜椒‘Chocolate Miniature Bell’、‘C05464A’、‘Dimond’、‘RB102’、‘KC104’、‘Diego’ (商業品種)、‘Pimento’與 ‘TC07167’等 8 品系，進行夏季高溫花朵之花粉發芽比較試驗。

(四)、試驗設計

試驗中每處理各作 3 重複，試驗設計採用完全隨機設計。試驗結果分析則採用 SAS 視窗版，進行 ANOVA (analysis of variance)分析以及 LSD (least significant difference)測驗分析。

二、高溫對彩色甜椒花粉授粉能力與花粉管生長之影響

(一)、試驗材料

以 12 個彩色甜椒 (*Capsicum annuum* L.) 品系為供試材料，其中 7 個品系為 93 年及 94 年自 57 個彩色甜椒品系經網室中夏秋兩期作，依園藝性狀選拔出可能具有耐熱潛力之

品系，其為 5 個“短筒鐘型”品系分別為‘C00947’ (橘色果實)、‘C01336’ (黃色果實)、‘C05464A’ (青椒)、‘RB 102’ (紅色果實)、‘KC 104’ (褐色果實)，另外 3 品系為“匈牙利”甜椒分別是‘C02080’ (橘紅色果實)、‘C00611A’ (橘紅色果實)、‘C03338B’ (橘紅色果實)。另有 4 個“短筒鐘型”甜椒品系，分別為‘C01184’ (黃色果實) ‘PS 38’ (黃色果實)、‘TC06979’ (橘紅色果實)，與商業品種‘麗妃星’ (黃色果實)等。

12 個品系甜椒種子於 97 年 1 月 26 播種於 72 格穴盤，約 1 週種子萌芽，萌後 1 週假植於 3 吋鉢，再經 2 週定植於 9 吋鉢，栽培介質為 Bio-Mix：珍珠石：蛭石=1：1：1。各品系每處理 3 株盆栽，置於精密玻璃溫室栽培。

(二)、開花期高溫處理並進行人工授粉

彩色甜椒品系於栽培至第六週花芽分化期，進行植株高溫處理，限於生長箱容量，試驗中取 6 品系 ‘C01184’、‘C02080’、‘C00611A’、‘C00947’、‘TC06979’ 與 ‘麗妃星’植株分別移入(一)日溫/夜溫為 $33/27 \pm 2^\circ\text{C}$ 之生長箱。取 8 品系 ‘C01184’、‘C01336’、‘C02080’、‘C03338B’、‘C00611A’、‘C00947’、‘TC06979’ 與 ‘麗妃星’ 植株分別移入(二)日溫/夜溫為 $33/22 \pm 2^\circ\text{C}$ 之生長箱。對照組為 12 品系，係於精密溫室栽培，溫室溫度條件為日溫/夜溫 $27/22 \pm 2^\circ\text{C}$ ，光照 12~13 小時。以上之生長箱均設定其相對溼度 $70 \pm 10\%$ ，光照 12 hrs，照度 $300\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{ s}$ 。

各品系植株生長至第 8~12 週，進入開花期，於 90 DAS (Days after sowing)至 120 DAS 開花期間，固定於下午 3~4 點針對翌日將開花之花朵，進行蕾期去雄處理，並於翌日早上 9~10 點再進行人工授粉，花粉來源則分別取自不同溫度栽培下之花朵。

(三)、螢光顯微鏡觀察授粉後之花粉管生長

完成人工授粉後 24 小時，採收其花朵並取下雌蕊進行以下之固定、軟化、染色等步驟 (卓, 1990；Kaufmane and Rumpunen, 2002)，再以螢光顯微鏡觀察授粉後花粉管生長情形；進行鏡檢觀察之螢光顯微鏡規格為 Zeiss Axioskop2-plus，螢光光源為 HBO 50/AC，濾光鏡片選用 DAPI，觀察倍數為 4×10 倍。

1. 固定：授粉 24 小時之雌蕊，浸於 F.A.A 固定液【37%Formalin：100% Acetic acid：80% Ethanol=1：1：8 (V/V)】，經隔夜，再以 50% 酒精洗 3 次，每次間隔 10 分鐘。
2. 軟化：經固定好之材料，以 3N NaOH 在 60°C 下軟化 15 分鐘，至組織呈橙黃色，再以去離子水沖洗 2 次。
3. 染色：經軟化並沖洗乾淨之材料，置於含 0.1% aniline blue (溶於 0.1N K_3PO_3) 溶液中進行染色，染色時間為 3 小時。
4. 將染色完全的材料取出，放在載玻片上，加一滴 0.1% aniline blue，蓋上蓋玻片後施力壓平，預備進行觀察。
5. 觀察：以螢光顯微鏡觀察柱頭至子房的花粉管發芽與伸長情形並照相。

(四)、高溫對彩色甜椒結果與種子量之影響

配合高溫對甜椒 *in vivo* 花粉管生長之螢光顯微鏡觀察，進一步探討高溫對甜椒結果

與種子量之影響，將經高溫處理的 6 個彩色甜椒品系(含“短筒鐘型”彩色甜椒 4 品系‘C01184’、‘C00947’、‘TC06979’、‘麗妃星’；“匈牙利”紅椒 2 品系‘C02080’、‘C00611A’) 之開花株，分別繼續在高溫環境(33/22℃、33/27℃)下，或對照之精密溫室(27/22℃)條件下，栽培至第 100 天進行果實採收調查，並比較不同處理的各品系之平均種子數表現。

結 果

一、不同液體培養基對彩色甜椒 *in vitro* 花粉發芽之比較

“匈牙利”紅椒‘C00611A’品系之花粉，在 5 種液體培養基經過 1~3 小時的培養，其花粉發芽如表 5-3 所示。試驗結果顯示以 DP10 培養基進行花粉發芽，經 3 小時之發芽情形最佳，花粉發芽率達 51%(表 3；圖 1)。進一步以同樣為“匈牙利”彩色甜椒之‘C03338B’品系的花粉進行 10 種液體培養基的測試，經 3 小時之發芽，仍以 DP10 液體培養基之花粉發芽率明顯較高，而 BandK-1 發芽率明顯較低，其發芽率分別為 45.31%與 4.61%(表 4；圖 2)。比較 5 個“短筒鐘型”彩色甜椒的花粉在 DP10 培養基發芽率之差異，則以‘Chocolate Miniature Bell’花粉發芽率 70.4%明顯較高於‘C05464A’(36.%)與‘KC 104’(29.3%)二品系；而‘C00947’(53.7%)與‘C01184’(48.0%)次之(表 5)。

二、*in vitro* 發芽溫度對彩色甜椒花粉發芽之影響

比較高溫 34℃、39℃與室溫(25℃)下，5 個彩色甜椒與 1 個辣椒品系(‘TC07167’) 在 DP10 培養基的花粉發芽率的結果顯示，室溫下‘Chocolate Miniature Bell’發芽率為 70.4%，明顯均高於商業品種‘大吉星’(Big Star)(25.7%)、‘C03338B’(44.4%)、‘C05464A’(36.3%)與辣椒品系‘TC07167’(41.6%)等 4 品系(表 6)。在 34℃高溫下，也以‘Chocolate Miniature Bell’發芽率(29.5%)明顯較高，其他 4 品系在 34℃高溫下之花粉發芽率已降至 10%以下(表 6)。而 39℃的高溫則僅存‘Chocolate Miniature Bell’表現很低的發芽率(2.6%)，其餘 4 品系的花粉皆不具發芽能力(表 6)。

另外，95 年夏季期作網室栽培之 7 個品系的彩色甜椒以及 1 個辣椒品系的花粉，進行發芽率比較結果顯示，‘Chocolate Miniature Bell’花粉發芽率達 51.03%，明顯高於商業品種‘Diego’(0.37%)、‘Dimond’(0.90%)或‘Pimento’(1.37%)，辣椒‘TC07167’與彩色甜椒品系‘RB102’發芽率僅約 10%，而‘C05464A’與‘KC104’發芽率則僅約 6%(表 7)。

表 3、匈牙利彩色甜椒‘C00611A’花粉在不同液體培養基與培養時間之發芽率

Table3 Germination rate of ‘C00611A’ paprika pepper pollen grains cultured in different liquid medium and period.

培養基配方代號	不同培養時間下之花粉發芽率 Pollen germination rate in different cultural period (%)		
	1 hr	2 hr	3 hr
CS5*	18.7	26.5	26.7
DS5	5.6	10.8	13.8
DS10	15.0	22.9	38.3
DSP5	7.9	23.9	25.5
DP10	30.1	40.7	51.3

* The character and formula were referred as Table 1 and Table 2.

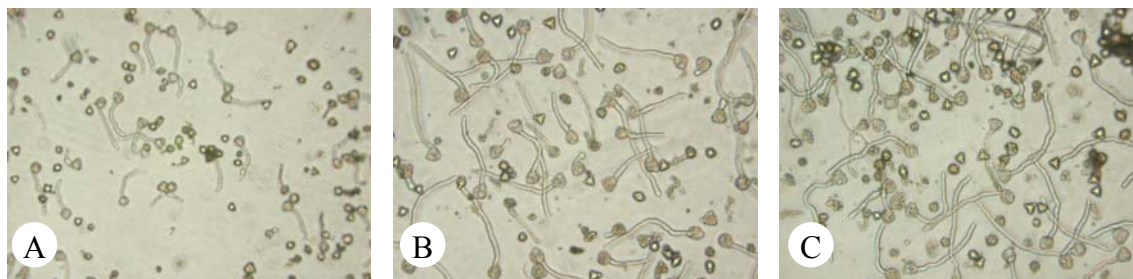


圖 1. 匈牙利彩色甜椒‘C00611A’品系之花粉培養在 DP10 培養基，經 1 小時(A)、2 小時(B)、3 小時(C)後，花粉發芽情形

Fig. 1. Pollen tube growth of ‘C00611A’ paprika pepper cultured in DP10 medium for 1 hr (A), 2 hr (B), and 3 hours (C).

表 4. 不同培養基對匈牙利彩色甜椒‘C03338B’之花粉發芽率的影響

Table 4. Pollen germination rate of ‘C03338B’ paprika pepper, in different liquid media.

發芽培養基種類 Germination medium**	花粉發芽率(%) Pollen germination rate (%)
BandK-1	4.61 c*
BandK-2	7.57 bc
CS5	15.10 bc
DS5	11.99 bc
CSP5	21.84 b
DSP5	15.46 bc
CS10	13.82 bc
CP10	37.44 ab
DS10	10.68 bc
DP10	45.31 a

* Means followed by same letters within a column are not significantly different using Fish’s LSD (P=0.05%)

** The character and formula were referred as Table 1 and Table 2.

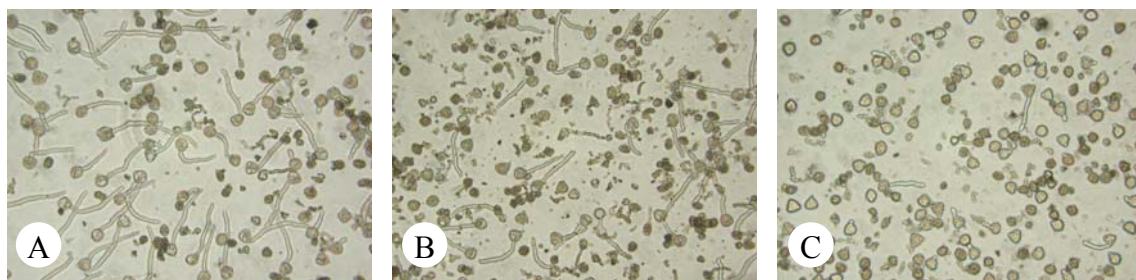


圖 2. 匈牙利彩色甜椒‘C03338B’品系之花粉培養在 DP10 (A)、CP10 (B)、BandK-1 (C) 培養基，經 3 小時後，花粉發芽情形

Fig. 2. Pollen tube growth of ‘C03338B’ paprika pepper cultured in DP10 (A), CP10 (B), and BandK-1 (C) media for 3 hours.

表 5. 五個“短筒鐘形”彩色甜椒品系的花粉在 DP 10 培養基之發芽率比較

Table5. Comparison of the pollen germination rate among five genotypes of bell peppers cultured in DP10 medium for 3 hours.

“短筒鐘型” 彩色甜椒品系 Genotype of bell pepper	花粉發芽率(%) Pollen germination rate (%)
C01184	48.0 ab*
Chocolate Miniature Bell	70.4 a
C00947	53.7 ab
C05464A	36.3 b
KC104	29.3 b

* Means followed by same letters within a column are not significantly different using Fish's LSD (P=0.05%)

表 6. 不同溫度對彩色甜椒花粉在 DP10 培養基花粉發芽率之影響

Table6 Influence of temperature on the pollen germination rate of *Capsicum* peppers cultured in DP10 medium.

番椒品系 Genotype of <i>Capsicum</i>	不同培養溫度下之花粉發芽率(%) Pollen germination rate in different cultural temperatures (%)		
	25±1℃	34±1℃	39±1℃
Big Star	25.7 b*	2.7 b	0
Chocolate Miniature Bell	70.4 a	29.5 a	2.6
C03338B	44.4 b	4.8 b	0
C05464A	36.3 b	10.4 b	0
TC07167**	41.6 b	5.1 b	0

* Means followed by same letters within a column are not significantly different using Fish's LSD (P=0.05%)

** 'TC07167' belongs to chili pepper.

表 7. 九十五年夏作 8 個番椒品系花粉在 DP10 培養基之發芽率比較

Table 7. Comparison of the pollen germination rate in DP10 media for 8 genotypes of *Capsicum* peppers cultured in the summer crop of 2006.

品系 Genotype	花粉發芽率(%) Pollen germination rate (%)
Chocolate Miniature Bell	51.03 a*
C05464A	6.17 bc
Dimond	0.90 c
RB102	10.60 b
KC104	6.60 bc
Diego	0.37 c
Pimento	1.37 c
TC07167**	10.23 b

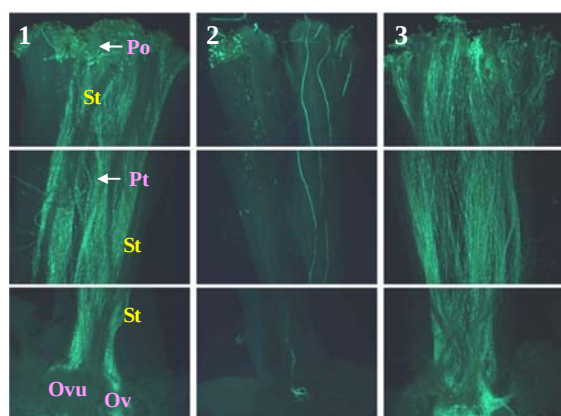
* Means followed by same letters within a column are not significantly different using Fish's LSD (P=0.05%)

** 'TC07167' belongs to chili pepper.

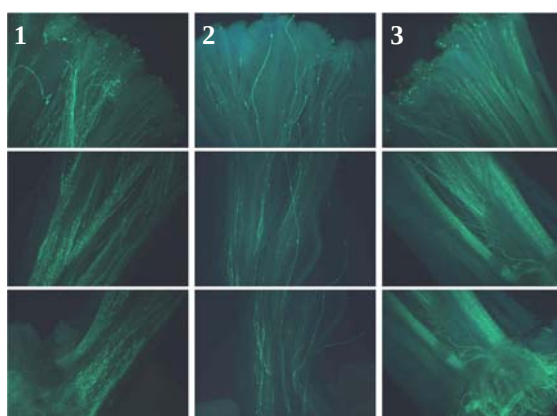
三、高溫對彩色甜椒花粉授粉能力與花粉管生長之影響

彩色甜椒 8 品系於花芽分化至開花期(42 DAS~62 DAS)，進行 33/27°C (D/N)高溫處理結果顯示，除‘TC06979’不開花，其餘 7 品系至 90 DAS 均進入盛花期。7 品系彩色甜椒開花株之花朵，經人工授粉以及螢光顯微鏡觀察結果，詳見圖 3。據螢光顯微鏡之鏡檢結果發現，適溫(27/22°C)中發育的花粉，以人工授粉方式授粉至適溫發育的雌蕊之柱頭上，或授粉至 33/27°C (D/N)高溫發育的雌蕊柱頭上，其花粉均可正常發芽，且花粉管亦可正常生長並延伸至子房(圖 3)。但高溫(33/27°C)下發育的花粉進行人工授粉結果，則有品系間之差異，其中“短筒鐘型”‘C01184’、‘C01336’與“匈牙利紅椒”‘C03338B’、‘C00611A’等在 33/27°C 高溫發育的花粉，授粉於正常雌蕊之柱頭上，其花粉粒之發芽數以及可伸長至子房的花粉管數量，均明顯較正常花粉為低(圖 3)。唯匈牙利紅椒‘C02080’與“短筒鐘型”的‘C00947’二品系，其柱頭上之花粉發芽情形與花粉管延伸至子房的生長能力表現，皆與正常無異(圖 3)。

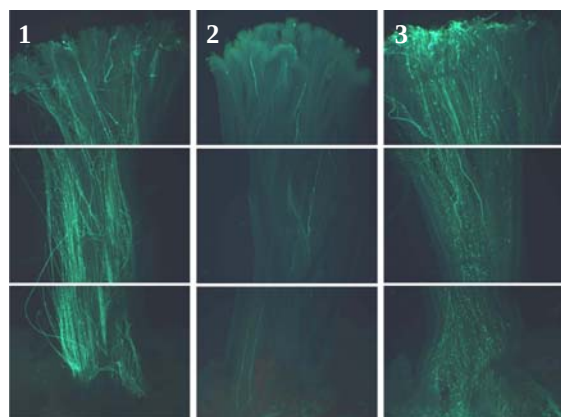
(A) 'C01184'



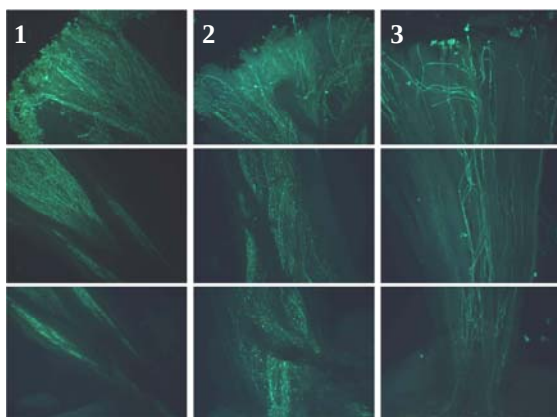
(B) '麗妃星'



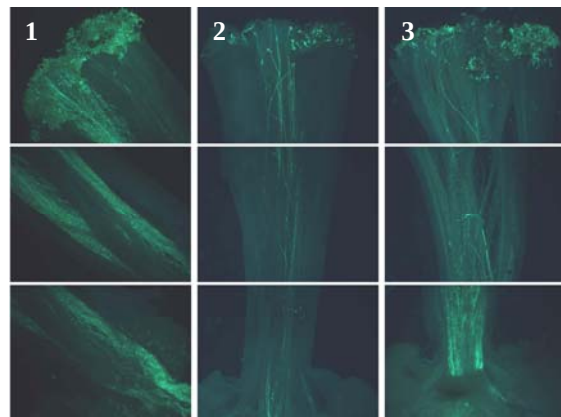
(C) 'C01336'



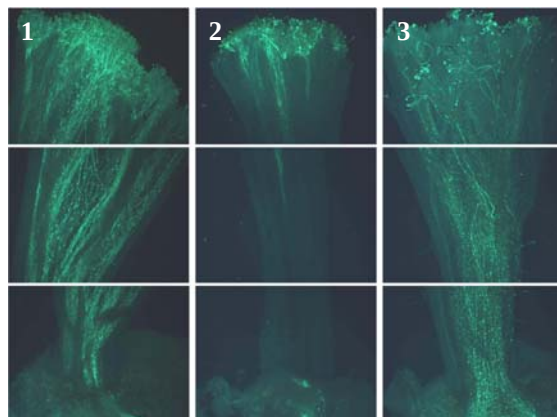
(D) 'C00947'



(E) 'C03338B'



(F) 'C00611A'



(G) 'C02080'

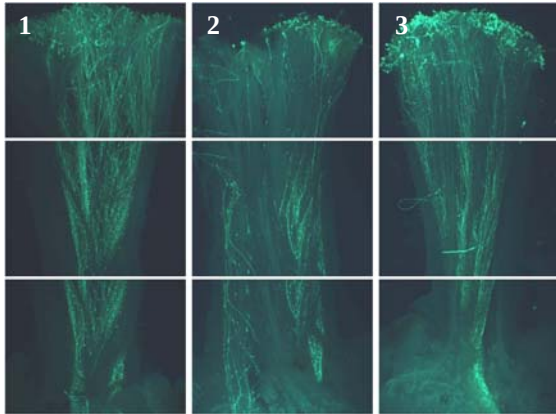


圖 3. 螢光顯微鏡觀察授粉後 24 小時之“短筒鐘型”甜椒品系‘C01184’(A)、“麗妃星”(B)、“C01336”(C)、“C00947”(D)、及“匈牙利型”甜椒品系‘C03338B’(E)、“C00611A”(F)、“C02080”(G)柱頭上花粉發芽(上)與花粉管延伸過花柱(中)、至子房內(下)之生長情形。1：雌蕊及花粉均來自生長在 27/22℃之植株；2：雌蕊及花粉分別來自生長在 27/22℃及 33/27℃之植株；3：雌蕊及花粉分別來自生長在 33/27℃及 27/22℃之植株。

Fig. 3 Pollen germination (upper row) and pollen tube growth through the style (middle row) and extend to the ovary (lower row) was evaluated using fluorescent microscopy after 24 hr of pollination in ‘C01184’ (A), ‘Beauty Star’ (B), ‘C01336’ (C), ‘C00947’ (D) bell pepper, and C03338B’ (E), ‘C00611A’(F), ‘C02080’(G) paprika pepper. 1: Both pistil and pollen grains were derived from plants grown at 27/22°C. 2: Pistil and pollen grains were derived from plants grown at 27/22°C and 33/27°C, respectively. 3: Pistil and pollen grains were derived from plants grown at 33/27°C and 27/22°C, respectively. (Po: pollen ; Pt: pollen tube ; St: style ; Ov: ovary ; Ovu: ovule)

四、高溫對彩色甜椒結實與種子量之影響

日溫/夜溫為 33/27℃的高溫下，8 個彩色甜椒品系（含“短筒鐘型”5 品系 ‘C01184’、‘C00947’、‘C01336’、‘TC06979’、“麗妃星”；匈牙利紅椒 3 品系 ‘C02080’、‘C00611A’、‘C03338B’），其中有 2 個“短筒鐘型”品系‘C01336’、‘TC06979’不具結實能力。可結實的 6 個彩色甜椒品系間，經比較 27/22℃與 33/27℃不同栽培溫度下的單株之種子數顯示，以匈牙利紅椒‘C00611A’的單株種子數分別為 423 與 210 種子/株，表現最高(表 8)。在 33/22℃高溫下，試驗的 6 品系間，僅‘C02080’與‘C00947’二品系可結果，其單株種子數則分別為 79 與 59 種子/株 (表 8)。綜合 33/27℃與 33/22℃高溫下之結實與種子發育表現顯示，僅‘C02080’與‘C00947’兩品系可以結果且具正常種子發育；而此二品系相較於 27/22℃適溫下的種子數之表現，發現‘C02080’是受高溫影響較小之品系(表 8)。

表 8. 八個彩椒品系於開花結果期，經不同溫度處理，至 100 DAS*果實採收之種子量比較
Table8. Comprising seed yield among 8 genotypes of colored sweet pepper that cultured in different temperatures regimes within anthesis and fruiting period, and harvested at 100 DAS.

番椒品系 Genotype of <i>Capsicum</i>	種子數/株 (平均值±SEM) Seed numbers per plant (Mean±SEM)		
	27/22°C	33/27°C	33/22°C
C01184	366 ± 125	70 ± 23.4	0
C02080	261 ± 63	143 ± 75	79 ± 40
C00611A	423 ± 108	210 ± 185	0
C00947	168 ± 39	60 ± 39	59 ± 32
C03338B	109 ± 70	96 ± 32	—
C01336	255 ± 145	0	—
TC06979	96 ± 12	0	0
麗妃星	249 ± 61	77 ± 26	0

*DAS: day after sowing

討 論

本研究中比較 12 品系的彩色甜椒花粉，在適溫(25±1°C)或高溫(33°C 以上)環境中之發芽率，係呼應高溫(D/N 33/27°C)栽培之結實與種子產量表現 (表 5、表 6、表 7、表 8)。試驗結果，適溫(25±1°C)下“短筒鐘型”之彩色甜椒以‘Chocolate Miniature Bell’、‘C01184’與‘C00947’，具較高之花粉發芽率，但 33°C 以上之高溫環境或夏作網室栽培(26~37°C)，則以‘Chocolate Miniature Bell’之發芽率最高。據 Erickson 與 Markhart (2001, 2002) 等學者研究結果，甜椒花芽分化期以 33°C 高溫處理 48 小時，將導致花粉喪失活力，無法正常授粉；研究中亦證實，高溫對於甜椒花粉活力不利之影響，大於對雌蕊之影響。Pagamas 與 Nawata (2008) 探討高溫逆境對辣椒果實與種子發育之影響發現，辣椒開花後 10 天期間蒙受高溫逆境，嚴重影響果實長度、重量以及種子數量，其結果與本研究之高溫結實表現(表 8)，亦有吻合之處。

據本研究中之花粉發芽結果顯示，藉花粉發芽活力對溫度的敏感性，可應用於彩色甜椒耐熱性之選種。初步由適溫(24±1°C)下，彩椒花粉發芽活力表現差異，估測結果力可能較高之品系；進一步篩選高溫(33±1°C)下，維持較高花粉發芽活力表現之材料，可加速具

耐熱潛力品系之選種，此方式簡便且可作為輔助耐熱選拔的生理指標之一。唯利用高溫下花粉發芽活力表現，進行耐熱性評估，可能需慎選兼具代表性與篩選能力的溫度範圍，始可提升選拔能力。本研究結果，33°C 以上的高溫處理，由於溫度門檻過高，導致除‘Chocolate Miniature Bell’一個品系具有顯著性差異，仍無法比較出具有中度耐熱性之材料。又據近代多位學者(Erickson and Markhart, 2002；Karni and Aloni, 2002)研究顯示，33°C 是甜椒授粉結果或花粉發芽活性的臨界高溫。本研究中，以如此臨界高溫處理，作為耐熱彩色甜椒花粉活力之評估，遂造成僅有少量材料具有如此明顯的耐高溫表現，故應用於育種族群較少的選種工作上，容易錯失其中具有中度耐熱性之樣品，未來針對輔助耐熱選種目標，或可於 25~32°C 範圍內，再探討可利用於比較品系間花粉發芽活力差異表現之最佳化溫度條件。

另以螢光顯微鏡觀察，彩椒花芽分化期至開花期遭遇高溫逆境中發育的花粉與雌蕊授粉能力之監測顯示，高溫對雌蕊的受粉能力影響較小。本試驗中於 33/27°C 高溫逆境下栽培，8 個彩色甜椒品系中有 7 個品系可開花，且其雌蕊均具有授粉能力，以正常花粉進行此 7 品系的授粉處理，其花粉管可延伸生長達於子房內(圖 3)。但耐熱性不佳之品系，其高溫下發育的花粉，經授粉處理則呈現花粉管生長不良，透過螢光顯微鏡觀察結果，該花粉發芽率或花粉管生長數量均明顯降低，此現象係與 Erickson 等前人 (2001, 2002) 研究結果相似，結論是：高溫對甜椒花粉活力不利的影響程度，確大於對雌蕊授粉力之影響。

綜合高溫下花粉發芽率，以及高溫逆境下授粉的花粉管在雌蕊中之生長情形，配合高溫下植株結果與種子生成量等結果觀之，本研究中的‘Chocolate Miniature Bell’、‘C02080’與‘C00947’可能是耐熱性較佳的品系，其中以‘Chocolate Miniature Bell’、‘C02080’尤佳。唯此三品系彩色甜椒之平均果實重量，分別為 7 公克、43 公克與 64 公克。又據本研究初步結果，中、小型果實之彩色甜椒的耐熱性，可能較佳於大果形的“短筒鐘型”彩色甜椒。未來針對經濟利用上，中、大果形的“短筒鐘型”彩椒育種而言，‘Chocolate Miniature Bell’或‘C02080’小果品系，應可考慮作為耐熱性育種親本之利用；而耐熱性表現優良、園藝性狀較佳，並屬中果形的“短筒鐘型”彩椒品系‘C00947’，則可能具有直接利用之價值。

參 考 文 獻

- 卓俊銘。1990。百香果自交不親和性及其柱頭與花柱蛋白質合成之研究。國立臺灣大學園藝學系碩士論文。
- Aloni, B., L. Karni, Z. Zaidman, Y. Riov, M. Huberman, and R. Goren. 1994. The susceptibility of pepper (*Capsicum annuum*) to heat induced flower abscission: Possible involvement of ethylene. J. Hort. Sci. 69(5): 923-928.

- Bosland, P. W. and E. J. Votava. 2000. Taxonomy, pod type and genetic resources. p. 14-39. in: Peppers: vegetable and spice capsicums. CABI press. Wallingford, UK.
- DeWitt, D. P. W. Bosland. 1993. The Pepper Garden. Ten Speed Press Berkeley, california.
- Erickson, A. N. and A. H. Markhart. 2001. Flower production, fruit set, and physiology of bell pepper during elevated temperature and vapor pressure deficit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 126(6): 697-702.
- Erickson, A. N. and A. H. Markhart. 2002. Flower developmental stage and organ sensitivity of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) to elevated temperature. Plant, Cell and Environment 25: 123-130.
- Eshbaugh, W. H. 1983. Genetic resources of capsicum. Rome: international board for plant genetic resources.
- Karni, L. and B. Aloni. 2002. Fructokinase and Hexokinase from pollen grains of bell pepper (*Capsicum annuum* L.): Possible role in pollen germination under condition of high temperature and CO₂ enrichment. Ann. Bot. 90: 607-612.
- Kaufmane, E. and K. Rumpunen. 2002. Pollination, pollen tube growth and fertilization in *Chaenomeles japonica* (Japanese quince). Sci. Hort. 94: 257-271.
- Mesejo, C., A. Martinez-Fuentes, C. Reig, and M. Agusti. 2007. The effective pollination period in 'Clemenules' mandarin, 'Owari' Satsuma mandarin and 'Valencia' sweet orange. Plant Science 173: 223-230.
- Pagamas, P. and E. Nawata. 2008. Sensitive stages of fruit and seed development of chili pepper (*Capsicum annuum* L. var. Shishito) exposed to high-temperature stress. Sci. Hort. 117: 21-25.
- Reddy, K. R. and V. G Kakani. 2007. Screening *Capsicum* species of different origins for high temperature tolerance by in vitro pollen germination and pollen tube length. Sci. Hort. 112: 130-135.
- Rylski, I. and M. Spiglmann. 1982. Effects of different Diurnal temperature combinations on fruit set of sweet pepper. Scientia Horticulturae 17: 101-106.
- Smith, P. G. and Heiser, C. B. 1957. Taxonomy of *Capsicum sinense* Jacq. And the geographic distribution of the cultivated *Capsicum* species. Bulletin of Torrey Botanical Club 84:413-420.
- Wang, L. J. and S. H. Li. 2006 Thermotolerance and related antioxidant enzyme activities induced by heat acclimation and salicylic acid in grape (*Vitis vinifera* L.) leaves. Plant Growth Regulation 48 : 137- 144.

Influence of High Temperatures on Pollen Vigor and Pollination of Colored Sweet Pepper

Jau-Yueh Wang ¹⁾ Menq-Jiau Tseng ²⁾

Key words: Colored sweet pepper, High temperature, Pollen, Pollination

Summary

In order to assess the heat-tolerance behavior of 12 genotypes of the colored sweet peppers, including 6 bell pepper and 3 of paprika pepper that have been screened in the field and might have heat-tolerance potentiality, had been investigated under high temperature (33 degrees Centigrade) with an aim to evaluate the influence of pollen vigor *in vitro* and under high temperatures (33/27°C) within the reproduction growth period to evaluate the performances of pollination ability of pollen and fertilization ability of pistil. The result of the experiments indicated that high temperature (33°C) significantly reduced the pollen germination rates of tested colored sweet peppers. Except for 'Chocolate Miniature Bell' with 29.5% of pollen germination rate, and the other tested genotypes were all lower than 10.4%. In addition, the influence of the high temperatures (33/27°C) on the growth of pollen tubes was observed by the fluorescent microscope. High temperatures obviously reduced the pollination ability and pollen tube growth, but the fertilizing ability of pistil was not influenced. The tendency of the fruiting habits and the fruit quantity of tested genotypes under high temperatures were the same as the performances of pollen germination rates and the growing behavior of pollen tubes under the same condition. After generalized assessment about pollen vigor and pollinating results under high temperatures, 'Chocolate Miniature Bell', 'C02080', and 'C00947' should belong to the genotype with better heat-tolerance; however, 'C02080' was the best among them.

1) Assistant Researcher, Division of Biotechnology, Agricultural Research Institute, COA, Taiwan, ROC. Graduate student in Ph.D. program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

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

穴格株數對北蔥種苗生長之影響

陳士寬¹⁾ 宋 妤²⁾

關鍵字：北蔥、穴盤、種苗

摘要：為瞭解不同穴格株數對北蔥種苗生長之影響進行本實驗，分別於 72 格與 128 格穴盤種植 5、3 株與 228 格穴盤播種 1 株，至第六週根部鮮乾重除 128 格 5 株及 228 格 1 株，其餘處理之植株重量逐漸增加，72 格 3 株在生長六週後的根長最長，地下部鮮乾重以 72 格 3 株顯著最高，定植於田間後地上部鮮乾重以 72 格 3、5 株與 128 格 3 株顯著為最高。為求北蔥定植後生長健壯，以 128 格 3 株種植比例較佳，亦符合生產成本。

前 言

北蔥以種子繁殖育成苗，在台灣夏季高溼多雨氣候，移植後造成成活率不佳。利用穴盤育苗，可減少植株移植時斷根所造成傷害，苗期在設施環境中培育，生長快速，品質也較穩定均一，所以具有整齊性、單位面積株數多、縮短育苗日數等優點。由於容積較小，易造成限制根群效應，減少植株吸收與運輸無機養分的能力(Yeager *et al.*, 1991)。

北蔥為單子葉植物，植株較為細弱，種植方式以叢植為主，為了定植方便，於穴盤育苗時，以一穴多株方式播種。蔥科植株生長上，隨著穴盤中每一穴格播植植株增加，定植時苗株高度、重量及地上部/地下部亦隨著穴格株數增加而減少(De Vincenzo and Neto, 2003；Herison *et al.*, 1993；Mettananda and Fordham, 1999；Weerasinghe and Fordham, 1994)。利用小穴格培育番茄苗根系容易受到限制而互相纏繞，根生長停頓，移植後恢復生長較慢(Marr & Jirak, 1990)。所以北蔥穴盤育苗時，應注意穴格株數對於種苗生長之影響，增進定植田間之適應力。

本研究擬利用不同穴格株數分別72格與128格圓形穴格種植5、3株與228格穴盤播種1株，觀察其生長性狀，篩選最佳條件以生產高品質蔥苗，促進定植後植株生長，建立於

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

夏季不穩定氣候環境下高品質之北蔥種苗生產技術。

材 料 與 方 法

一、試驗材料

以北蔥(*Allium fistulosum* Linn.)種子(永三種苗公司)為試驗材料。

二、試驗方法

- (一)、育苗：將供試驗北蔥種子於2007年8月2日播種，於72與128格PE穴盤播種3, 5粒北蔥種子，在228格穴盤播種1粒種子，三重複每重複一盤。
- (二)、栽培管理：幼苗期每週施1000倍Peters(20-20-20)(Scotts-Sierra Horticultural Products Company, U.S.A.)，育苗期間依照植物保護手冊管理病蟲害適時防治。
- (三)、田間定植：將不同穴格株數處理之八週北蔥蔥苗於2007年9月定植，每畦面積為0.6 m × 13 m，定植前施用田樂一號(田樂牌)為基肥，採雙行植，行株距為15 × 15 cm，每一重複20叢，三重複。

三、調查項目

- (一)、苗期生育性狀調查：播種三週後，開始調查每週一次，直到第八週，共調查六次，三重複每重複三叢，調查項目如下：株高、根長、地上部及地下部鮮重、地上部及地下部乾重、葉鞘長度(蔥白，莖盤基部至葉片分蘖處長度)、葉鞘莖徑(量取其葉鞘中間部位直徑)。
- (二)、定植後田間生育性狀調查：定植田間後，每週調查一次，調查四週，以三重複每重複隨機取樣三叢，調查項目同上。

四、統計分析：

試驗設計採完全逢機設計，調查所得數據以 SAS 套裝軟體(SAS. Institue, Cary, NC)中 ANOVA(analysis of variance procedure)進行變方分析($\alpha=0.05$)，以 Fisher's LSD 進行各處理間平均值的比較。

結 果

一、苗期生育性狀

北蔥種苗於 128 格穴盤每格不同株數處理下生長八週，各處理株高由三週時 10~15.3 cm 增加至 15.5~22.5 cm，葉鞘徑從 1 mm 增加至 2.5~2.7 mm，根長從 2~7 cm 增加至 3~9 cm，葉鞘長由 1.2~1.9 cm 上升至 3~3.8 cm。在不同穴格株數處理下，以 228 格 1 株處理者株高、根長和葉鞘長度顯著最低 (圖 1)。其他處理者株高和葉鞘長度無顯著差異，72 格 3 株在生長六至八週後的根長顯著最長，128 格 5 株在生長三至六週時的根長顯著最短，

葉鞘莖徑於各處理無顯著差異。

北蔥種苗於不同穴格株數處理下生長八週後，地上、地下部的鮮、乾重如圖 2 所示，各處理者的地上部鮮、乾重於三至六週時皆無顯著差異，三週時各處理組的地上部鮮重約為 0.1 g、乾重為 0.01 g，至第六週時，地下部之鮮乾重除 128 格 5 株及 228 格 1 株，其餘處理之重量逐漸增加，以 72 格 3 株顯著最高，地上部鮮乾重則於六週至八週後，以 72 格 3 株為顯著最高，鮮重約為 1.1 g，乾重約為 0.12 g，228 格 1 株顯著最低，鮮重約為 0.6 g，乾重約為 0.06 g。

不同穴格株數對八週北蔥種苗生長之影響如表 1，72 格 3 株處理者其株高、地上部鮮乾重、地下部鮮乾重為顯著最高，228 格 1 株處理者的株高、根長、地上部鮮乾重、地下部鮮乾重和葉鞘莖徑為顯著最低。根長方面以 128 格 5 株和 128 格 3 株顯著最高，228 格 1 株顯著最低，各處理的葉鞘長皆無顯著差異。

二、定植後田間生育性狀調查

北蔥種苗經不同穴格株數處理後，定植於田間的表現如圖 3 所示，228 格 1 株處理者的株高為最短，其他處理者株高至第三週無顯著差異。葉鞘徑及葉鞘長度隨生長時間增加

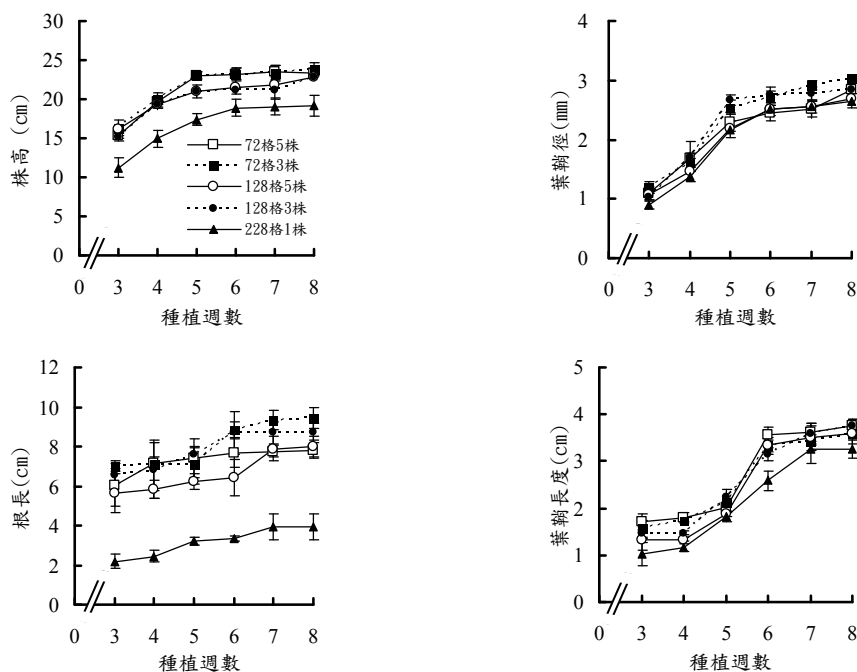


圖 1. 北蔥種苗株高、根長、葉鞘徑、葉鞘長度於不同穴格株數下生長情形

Fig 1. Plant growth characteristics of the different number seedlings per cell of Welsh onion during the eight week growing period. Vertical bars represent $\pm$ SE(N=3).

低，72 格者顯著最佳，128 格 3 格者於三週後生長迅速增加，與 72 格者無顯著差異。128 格 3 株和 72 格 3 株處理者於田間生長四週時的株高、地上部鮮乾重、葉鞘長度、葉鞘徑有顯著差異，為各處理間表現最佳(表 2)，72 格 5 株之葉鞘徑與 72 格 3 株者有顯著差異，128 格 5 株者於地上部鮮乾重有顯著差異，288 格 1 株者為生長表現顯著最差者。

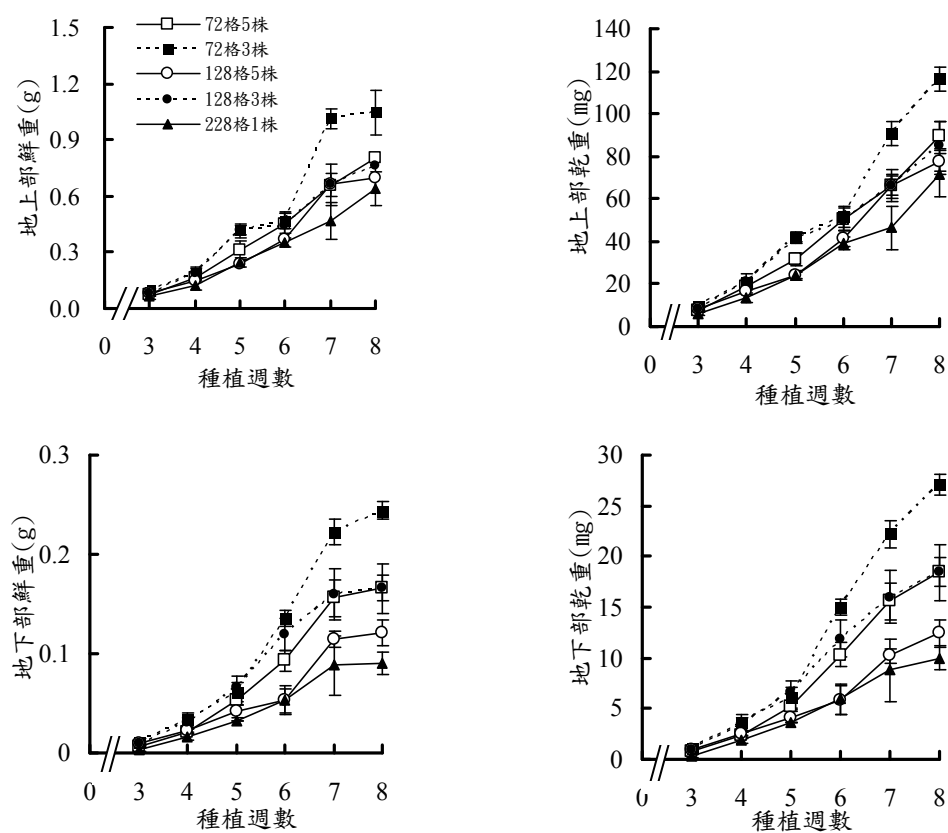


圖 2. 北蔥種苗地上部與地下部鮮乾重於不同穴格株數下生長情形

Fig 2. The fresh and dry weight of the different number seedlings per cell of Welsh onion during the eight week growing period. Vertical bars represent $\pm$ SE (N=3).

表 1. 不同穴格單格株數對八週北蔥種苗生長之影響

Table 1. The influence of the different number seedlings per cell on the growth of Welsh onion after growing for eight weeks.

穴格	株數	株高 (cm)	根長 (cm)	地上部 鮮重(g)	地下部 鮮重(g)	地上部 乾重(mg)	地下部 乾重(mg)	葉鞘徑 (mm)
72	5	21.5b ^z	7.0ab	0.81b	0.17b	90b	18b	3.8a
72	3	23.8a	7.8a	1.05a	0.24a	116a	27a	3.6a
128	5	22.9ab	7.0ab	0.50c	0.15b	78bc	12c	3.6a
128	3	22.8ab	7.8a	0.76b	0.11c	85bc	18b	3.8a
288	1	19.1c	3.9c	0.64bc	0.08d	71c	10c	2.8b

^zMeans within the same letters in a column are not significantly different by Fisher's LSD test at 5% level.

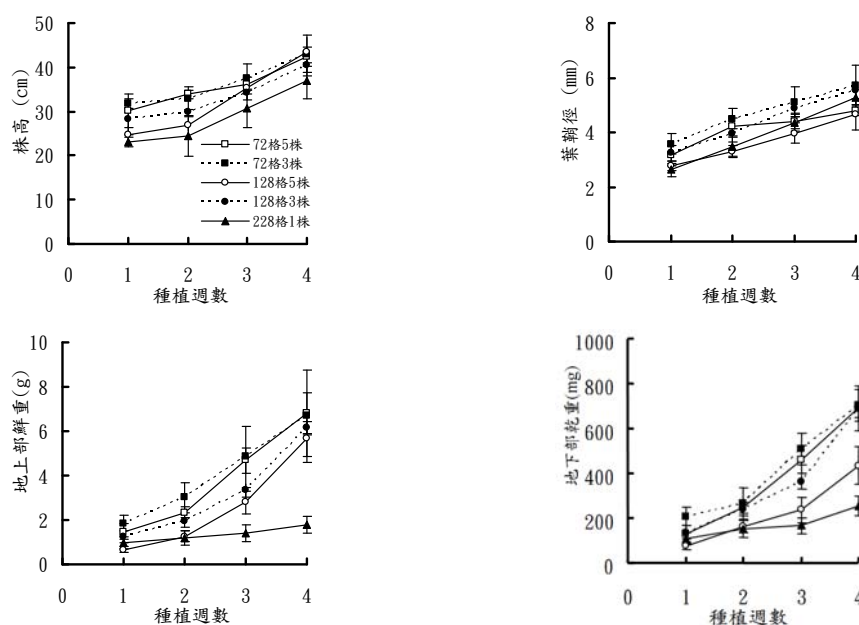


圖 3. 不同穴格株數之北蔥種苗定植田間後株高、葉鞘徑與地上部鮮乾重之情形

Fig 3. Plant growth characteristics of the different number seedlings per cell of Welsh onion after planted in the field during the four week growing period. Vertical bars represent ± SE(N=3).

表 2. 不同穴格單格株數對北蔥種苗田間定植後生長四週之影響

Table 2. The influence of the different number seedlings per cell on the growth of Welsh onion planted in the field after growing for four weeks.

穴格	株數	株高 (cm)	地上部 鮮重(g)	地上部 乾重(mg)	葉鞘徑 (mm)
72	5	42.3az	6.80a	697a	4.6b
72	3	43.0a	6.69a	701a	5.7a
128	5	43.4a	5.65b	447b	4.7b
128	3	40.5a	6.16a	682a	5.6a
288	1	37.0b	1.80c	255c	5.3a

^zMeans within the same letters in a column are not significantly different by Fisher's LSD test at 5% level.

討 論

蔥為蔥科蔥屬單子葉植物，蔥根系由莖盤上長出，但分枝稀疏，除生長在適當溼潤的環境，否則容易缺乏根毛。在穴盤育苗期間，無適當穴格大小與株數比例，管理期間根部易受到生長限制造成日後定植至田間的生長勢受到影響(Rabinowitch and Brewster, 1990)。

北蔥種苗八週生長期間，育苗期 1~5 週，北蔥種苗生長勢快速上升，直至 6~8 週後，由於根域限制，72 格、128 格穴盤之處理植株株高、根長、地下部鮮乾重，均高於 228 格穴盤(圖 1, 2)。根據 Ruff(1987) 研究，使用較小穴格之穴盤育苗，易產生根群限制效應，而這種效應在苗期生長過程中，會反應到形態上，如地上部葉、莖部及地下部根生長受到限制。Nesmith 與 Duval(1998) 曾指出，當植株根部受限於小容積之情況下，影響地上部與地下部間生長平衡，甚至影響植株的生長。因此，在育苗期 6~8 週，栽培容器的容積必須夠大，植株生長不致受限。

由於蔥定植時以 3~5 株叢植，故育苗時，格內需有適當株數，在不同株數處理中，種植 5 株在 72 格與 128 格穴盤比較下，由於每格 5 株生產之北蔥種苗其光線與水份、養分較 3 株者競爭，六週後由於根域的限制，北蔥種苗地上部鮮乾重與地下部鮮乾重皆較每穴格 3 株者差。張等(1996)利用 72 格、128 格及 200 格三種穴盤與砂床苗進行育苗，比較不同穴格大小之菊花穴盤苗與砂床苗插穗發根、水分逆境及定植田間後生長之差異，結果顯示較大穴格(72 格)所育之幼苗其根部發育與水分逆境下生長較優，定植田間後生長速度亦較快。王等(2002)以甘藍'初秋'及結球白菜'綠陽'品種為供試材料，進行移植苗品質及田間產量試驗，在甘藍穴盤苗地上部之生長量包括葉數、葉面積、鮮重及乾重等，128 格之穴盤苗均較 200 格、240 格及 288 格等穴盤苗表現佳。

定植於田間後，於定植後三週迅速增加地上部鮮、乾重(圖 3, 表 2)，在地上部乾重 72 格 5 株、72 格 3 株與 128 格 3 株顯著高於 128 格 5 株、288 格 1 株，其中 228 格 1 株顯著為最低，128 格 5 株次之。Herison 等(1993)研究指出，定植時苗株的大小會對日後產量造成影響，即較大之種苗，可幫助作物有較高之產量。Miller(1969)指出甘藍在不同型式穴盤的穴格之間，一般在大穴格中所培育的苗株，在株高、葉面積、鮮重上，都比小穴格要高，且對苗株的生長勢也較佳，甘藍在大穴格中所培育的苗株，定植後由於本身養分蓄積較多，植株較為健壯，初期的生長速率較快(Marsh *et al*, 1985)。常(2004)指出洋蔥 128 格穴盤之鱗莖產量大於 288 格者，與劉(1993)利用 128 格穴盤之洋蔥鱗莖產量高於 200、288 格者。因此要使北蔥定植生長健壯，以 128 格 3 株種植比例較佳，亦符合生產成本。

參 考 文 獻

- 王裕權、謝桑煙、陳博惠。2002。不同穴盤型式及格數對甘藍、結球白菜移植苗品質、產量之影響。台南區農業改良場研究彙報。39:23-31。
- 常方麒。2004。育苗穴格容積與穴植株數對洋蔥'CAL 606'品種生育及貯藏力之影響。中興大學園藝研究所碩士論文。
- 楊宏瑛。2006。蔬菜 蔥類 蔥。台灣農家要覽豐年社。p.345-349。臺北。
- 劉福隆。1993。穴格大小與苗齡對洋蔥 F₁ Hybrid Granex 429 品種生育之影響。中興大學園藝研究所碩士論文。
- Herison, C., J. G. Masabni, and B. H. Zandstra. 1993. Increase seedling density, age, and nitrogen fertilization increase onion yield. *HortScience*. 28(1): 23-25.
- Marsh, D. and J. Kern.1985. Influence of size and type of plug tray up on cabbage growth and development. *HortScience*. 20(4):656.
- Marr, C. W. and M. Jirak. 1990. Holding tomato transplants in plug trays. *HortScience*. 25(2):173-176.
- Miller, C. H., W. E. Splinter, and F. S. Wright. 1969. The effect of cultural practices on the suitability of cabbage for once-over harvest. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 94:67-69.
- Mettananda, K. A. and R. Fordham. 1999. The effects of plant size and leaf number on the bulbing of tropical short-day onion (*Allium cepa* L.) under controlled environments in the United Kingdom and tropical field conditions in Sri Lanka. *J. Hort. Sci.* 74(5):622-631.
- NeSmith, D. S. 1993. Transplant age influence summer squash growth and yield. *HortScience*. 28(6):618-620.
- Ruff, M. S. 1987. Restricted root zone volume : Influence on growth and development of tomato.

- J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94:67-69.
- Yeager, T. H., R. H. Harrison, and D. L. Ingram. 1991. 'Rotundifolia' holly growth and nitrogen accumulation influenced by supraoptimal root-zone temperatures. Hortscience. 26(11):1387-1388.
- Vincenzo M. and J. Neto. 2003. Onion seedling production in Styrofoam trays under controlled environment, as summer-planted onions. Scientia Agri. 60(1):65-69.
- Weerasinghe, S. S. and R. Fordham. 1994. The effects of plant density on onions established from multiseeded transplants. Acta Hort. 23:709-711.

The Enfluence of Different Numbers Seedling Per Cell on the Growth of Welsh onion(*Allium fistulosium* L.)

Shih-Kuan Chen¹⁾ Yu Sung²⁾

Key words: Welsh onion, Plug tray, Seedling

Summary

The objective of this research was to approach the influence of the different numbers seedlings per cell of Welsh onion grown in 72 and 128 cell trays which had five and three seedlings, and 228 cell tray which had only one. The growth of Welsh onion in different number seedlings per cell increased with the exception of the 128 cell tray which had five seedlings per cell and the 228 cell trays which had only one. The 72 cell trays with 3 seedlings had the highest root fresh and dry weight until the sixth week. Three seedlings per cell tray produced vigorous Welsh onion seedlings.

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

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

有機養液栽培對胡瓜‘夏笛’生長發育之影響

呂彥誠¹⁾ 李文汕²⁾

關鍵字：胡瓜、有機介質、養液栽培

摘要：本研究為探討以有機液體養液栽培胡瓜之可行性，有機混合介質中拌入苦土石灰、肉骨粉、磷礦砂作為植株磷、鈣及鎂元素之來源，並以胺基酸及腐植酸配成僅提供氮、鉀之簡化養液進行‘夏笛’胡瓜栽培試驗。結果顯示有機養液處理之植株，其鉀含量隨著栽培時間之延長逐漸下降，至第 45 天以後，分別只有 1.42 至 2.33% 之間，不但明顯低於化學養液栽培之含量，同時也遠低於前人建議之適當含量範圍，其它元素在試驗過程中皆維持在適當範圍內。在生長勢方面，胡瓜株高、鮮重、葉面和葉片數則無顯著差異。試驗過程中，介質 pH 值可以穩定維持在 5.3 至 6.0，雖略低於胡瓜適合生長之 pH 值範圍，但對生長勢並無影響，EC 值皆低於 4 ms/cm 無鹽害問題且有極大空間可提高養液濃度來增加植株生長勢。

前 言

有機農業之定義為遵守自然資源循環永續利用原則，不允許使用合成化學物質，強調水土資源保育與生態平衡之管理系統，並達到生產自然安全農產品目標之農業。由於台灣氣候炎熱多濕，沒有足夠低溫的冬天，蟲害病害綿續不絕，不易防治。有機栽培之生產方式亦與慣行農法有別，亟待建立適用之雜草控制、肥培管理、病蟲害防治方法及適用資材等生產技術。若能利用溫室養液栽培之技術加以改良能減少許多栽培上的困難，目前嘗試以有機資材替代養液栽培中所需養液及介質等，來增加有機養液栽培之可行性。本試驗利用有機混合介質中添加苦土石灰、磷礦砂及肉骨粉等緩效性肥料，藉以提供作物生長所需之養分，並嘗試利用胺基酸及腐植酸鉀等有機物質進行養液之配製，並以此養液進行胡瓜‘夏笛’栽培試驗，試驗中測定介質 pH 值及 EC 值之變化，植株方面測定其生長勢、葉片元素含量，藉此探討如何增加有機養液栽培之可行性。

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系副教授，通訊作者。

材 料 與 方 法

一、試驗材料

(一) 介質材料

將芬蘭凱吉拉(Kekkila)公司生產 pH 值為 4.0 之泥炭土，大里市農會之稻殼，帛鑫國際有限公司的椰土與霧峰鄉戴養菌場堆置 4 個月之闊葉樹木屑以 35:15:15:35(V/V)比率以滾筒式介質攪拌機，充分攪拌均勻，過程中拌入苦土石灰、肉骨粉及磷礦砂，作為栽培介質。

(二) 肥料

取大里市三大豐石礦化工有限公司出售之碳酸鈣與苦土石灰與福壽實業有限公司之海鳥磷肥和磷礦砂以孔徑 1.4 mm 的篩網過篩後使用，肉骨粉則以 35 目的篩網過篩後使用。

二、試驗方法

(一) 不同苦土石灰添加量對有機介質 pH 值及 EC 值之影響

介質拌入以孔徑 1.4mm 之濾網過濾雜質之苦土石灰，每公升介質分別拌入 0.5、1.0、2.0 及 4.0g 之苦土石灰作為處理組，以不添加肥料的介質作為對照組。介質混合均勻後分裝於 8 吋黑色軟盆體積約為 8 公升，每處理 10 重覆，每盆每日供水 2L 以維持介質溼潤。盆面不加任何覆蓋物，於溫度約 25℃ 之精密溫室進行培育。介質採樣時間為培育至第 0、2、4、6、8、12、16、24、32、40、60 天，每盆取樣 200ml，保存於 PE 塑膠袋中進行 EC 值及 pH 值之測定。取介質 36ml 置入 250ml 之三角瓶中，加入去離子水 72ml(水土比 V/V = 2:1)，以 150 rpm 震盪 1 小時，經靜置半小時待介質沈澱後，利用 EC meter 與 pH meter 進行測定。

(二) 不同養液栽培對胡瓜‘夏笛’植株生長發育及有機介質 pH 值及 EC 值之影響

有機介質混合過程中，加入苦土石灰 2g/L、肉骨粉 0.5 g/L、磷礦砂 0.5 g/L，均勻混合 5 分鐘，每次攪拌過程中供水 12L 於總體積約為 200L 之混合介質，混合結束後維持介質處於溼潤情況下放置 14 天之後進行栽培試驗。另外養液提供方面：化學完全養液處理組(T1)以山崎氏胡瓜養液進行灌溉。化學簡化養液處理組(T2)參考山崎氏胡瓜養液配方之氮鉀含量，僅供給 200 ppm 氮及 225 ppm 鉀。有機養液處理組(T3)則是以含 N 11% 之胺基酸及含 K 8.5% 之腐植酸鉀，配製成相同氮、鉀濃度之養液進行灌溉。有機養液+溶磷菌處理組(T4)除使用 T3 處理之有機養液外，並於於定植前 7 天及定植當天澆灌含孢子數 4×10^6 cfu/ml 之溶磷菌接種液於介質，每棵植株 500ml。胡瓜栽培期為 2 個月，採單幹整枝，留子蔓，架設尼龍繩供其攀爬，所有處理第一週皆以半量養液進行灌溉，栽培期間調查介質 pH、EC、植株生育狀況及葉片之元素含量。

結 果

一、不同苦土石灰添加量對有機介質pH值及EC值之影響

(一)介質 pH 值

第 0 天介質 pH 值隨石灰添加量之增加而上升，其值分別為 4.79、5.08、5.11 與 5.54(圖 1A)，培育至第四天，添加 1、2 與 4 g/L 苦土石灰之介質 pH 值較添加 0.5 g/L 之介質 pH 值 5.00 提升 0.22、0.3 與 0.69 個單位。培育至第 24 天時，添加 0.5、1、2 與 4 g/L 苦土石灰之 pH 值較培育 0 天已分別提升 0.76、0.35、0.91 及 1.08 個單位，及至第 32 天時，其 pH 值分別為 5.58、5.68、6.00 與 6.62，各處理 pH 值皆已漸趨穩定。至培育 60 天則添加 0.5 及 1 g/L 苦土石灰之介質 pH 值相較培育第 40 天之 pH 值則有下降 0.28 及 0.43 個單位之情形，試驗過程中，以添加 2 g/L 苦土石灰者維持在 5.8 至 6.0 之間，屬於較適合胡瓜養液栽培。

(二) 介質 EC 值

介質分別添加 0.5、1、2 與 4 g/L 苦土石灰均勻混合後，其初始值分別為 313、272、283 及 321 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (圖 1B)，培育第 2 天時則全部處理除添加 1 g/L 苦土石灰者之外其餘皆是有下降的情況依序為 251、259 及 305 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。至培育第 12 天時，則全部處理皆有下滑之情況，其 EC 值依序為 196、226、229 與 319 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。添加 0.5 及 1 g/L 苦土石灰之介質在培育第 16 至 60 天之間，其 EC 值變化不顯著且分別維持在 146 至 128 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 及 204 至 175 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 之間。而添加 2 g/L 者則是至培育第 32 天後才維持在 190 至 170 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 之間，添加 4 g/L 苦土石灰培育第 24 天至培育第 60 天時，其 EC 值由 233 提升至 262 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。在培育第 40 至 60 天添加 0.5、1 及 2 g/L 苦土石灰其介質 EC 值較無明顯變化，由上述得知添加 2 g/L 苦土石灰之介質 pH 值較為適當，且 EC 值在後期穩定。故在胡瓜“夏笛”有機養液栽培試驗中有機介質利用添加 2 g/L 苦土石灰來調整 pH 值並作為胡瓜“夏笛”生長發育之鈣鎂源。

二、不同養液栽培對胡瓜‘夏笛’植株生長發育及機介質 pH 值及 EC 值之影響

(一) 胡瓜‘夏笛’不同養液栽培期間介質 pH 值與 EC 值之變化

化學完全養液處理(T1)之介質僅拌入相同添加量之苦土石灰來調整 pH 值。栽培第 0 天時，化學簡化養液處理(T2)、有機養液處理(T3)及有機養液+溶磷菌處理(T4)，其 pH 值分別為 5.64、5.56 及 5.64 與 T1 處理 pH 值 5.50(圖 2A)比較並無明顯差異。經栽培胡瓜“夏笛”30 天後，各處理介質之 pH 值分別上升至 6.11、6.14、5.81 及 5.69，顯示化學養液處理組之 pH 皆高於有機養液處理組。但 T2、T3 及 T4 處理之介質 pH 值於第 31 天開始下降至第 45 天，其 pH 值依序為 5.94、5.39 及 5.84，至栽培第 60 天 T2 及 T3 處理 pH 值則無明顯變化，T4 處理 pH 值則是持續下降至 5.30。T1 處理之 pH 值在栽培第 15 至 45 天則是持續上升至 6.27，至栽培第 60 天才下降至 6.05。試驗中利用有機養液處理之介質至栽培 60 天時，其 pH 值分別下降至 5.30 及 5.40 略低於適合胡瓜生長之 pH 值範圍，而簡化

養液處理之 pH 值則可維持在 5.95。

T2、T3 及 T4 處理之介質添加 2 g/L 苦土石灰及拌入緩效性肥料均勻混合後其 EC 值依序為 0.79、0.59 及 0.73 ms/cm，較 T1 之 1.12 ms/cm 為低(圖 2B)。栽培第 15 天各處理 EC 值分別為 1.83、0.96、1.14 及 0.98 ms/cm，皆是持續上升的情況。T1 處理在栽培第 15 天至第 60 天，其 EC 值皆穩定維持在 1.83 至 2.09 ms/cm 之間，而 T2、T3 及 T4 處理則在栽培第 45 天急速上升至 1.6、2.04 及 1.74 ms/cm，至第 60 天栽培結束時，則分別降至 0.73、1.30 及 1.49 ms/cm。栽培過程中全部處理之 EC 值皆低於 4 ms/cm 無鹽害之情況，但 EC 值低於 1.5 ms/cm 以下則屬於偏低之情況，有肥料不足之慮。

(二) 胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培對植株生育性狀之影響

栽培開始至 45 天之間，植株鮮重增加迅速，T1、T2 及 T3 處理分別為 307.7、336.8、363.1 g，處理間並無明顯差異，但 T4 處理僅 241.5 g(表 1)，顯著偏低。至栽培第 60 天則全部處理之鮮重增加迅速，處理間並無顯著差異。至栽培第 60 天全部處理鮮重亦為緩慢增加，其鮮重分別為 510.0、506.5、479.0 及 507.5 g 處理間並無顯著差異。至於在乾重方面亦獲得類似結果，各處理間並無顯著差異。

胡瓜‘夏笛’栽培 15 天時，以 T2 有最高之株高達 137.1cm，其次依序為 T1 處理之 134.4cm 與 T4 處理之 127.1cm，最低者為 T3 處理之 119.1cm(表 2)。至栽培第 30 天，則以 T3 處理之株高 292.4cm 為最高，但處理間並無明顯差異。植株約於栽培第 40 天後在第 25 節打頂，於第 45 天調查時，以 T1 處理株高 368.5cm 為最高，而以 T3 處理 306.4cm 為最低。於栽培第 60 天時測量植株子葉至第 25 片葉節位處之株高，以 T1 處理之 322.3cm 為最高，次之為 T2 處理之 315.8cm，最低為 T3 及 T4 處理，最低者分別為 308.5 及 308.4cm。

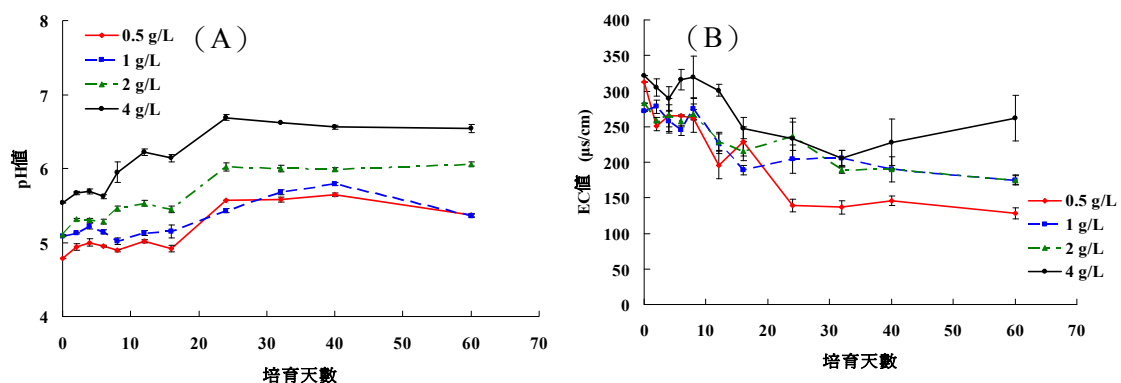


圖 1. 不同苦土石灰添加量對有機混合介質 pH 值(A)及 EC 值(B)之影響。

Fig. 1. The changes of pH and EC value in organic media as affected by different application levels of dolomite.

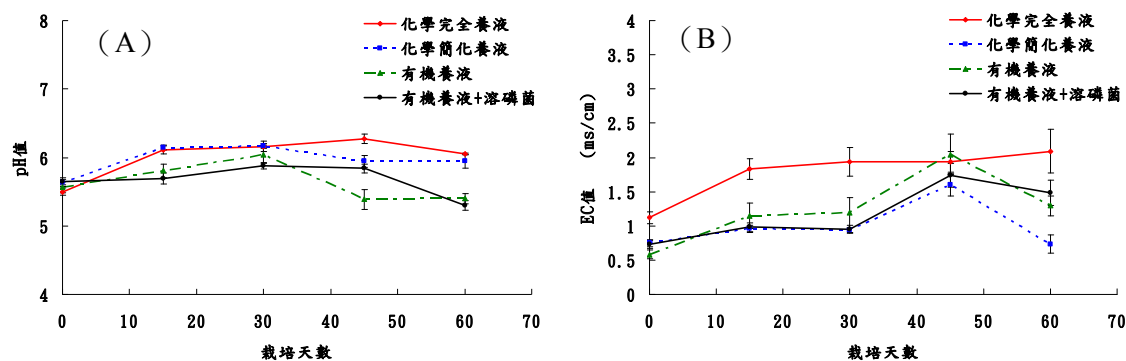


圖 2. 胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培處理後對介質 pH 值(A)及 EC 值(B)之影響

Fig. 2. The changes of media pH (A) and EC value (B) affected by different nutrition management.

葉面積方面，全部處理自栽培初期到栽培第 60 天之間，葉面積增加迅速，大小為 9631 至 8614 cm² 之間，各處理間並無顯著差異。

(三)不同養液栽培對胡瓜‘夏笛’葉片營養元素含量變化之影響

葉片氮含量於栽培第 15 天時 T1、T2 及 T3 處理分別為 6.15、6.25 及 6.37%，處理間無顯著差異，最低者為 T4 處理僅有 5.60%(表 3)。至栽培第 30 天時，T1、T2 及 T3 處理氮含量下降至 4.22、6.04 及 6.00%，而 T4 處理則有些許上升至 5.72%。另外胡瓜開花至果實成熟期間，葉片中之適當氮濃度為 4.0 至 6.0%之間 (Mills and ones, 1996)，至栽培第

表 1. 胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培後對植株鮮重、乾重及葉面積之影響

Table 1. Effect of different nutrition management on dry weight, fresh weight and leaf area of cucumber ‘Shia Di’ grown in soilless medium for 15, 30, 45 and 60 days.

處理 Treatment	鮮重 fresh weight (g)			乾重 dry weight (g)			葉面積 leaf area (cm ²)		
	30 ^z	45	60	30	45	60	30	45	60
化學完全養液	89.9	307.7	510.0	7.5	28.0	57.7	2136.9	5375.6	8614.4
化學簡化養液	102.7	336.8	506.5	8.1	30.0	51.4	2460.6	5935.3	9410.1
有機養液	84.0	363.1	479.0	6.3	33.5	54.8	2138.3	5585.0	9031.7
有機養液+溶磷菌	82.0	241.5	507.5	6.7	25.9	54.6	2197.8	5914.2	9630.7
LSD _{0.05}	25.6	66.4	112.7	2.1	5.3	12.7	643.0	982.4	1907.9

^z : Days after transplanting

60 天 T1、T2 及 T3 處理之氮濃度分別下降至 3.59、3.54 及 3.97%，已低於適當氮濃度之範圍，而 T3 處理之氮濃度亦下降至 4.19%，但仍維持在適當氮濃度範圍。

植株經栽培 15 天後，各處理葉片磷含量分別為 0.89、0.84、0.80 及 0.81%(表 3)，至栽培第 30 天，T2、T3 及 T4 處理磷含量分別下降至 0.78、0.73 及 0.72%，最低者為 T1 處理之 0.65%。栽培第 45 天時所有處理之葉片磷含量是呈現持續下降的趨勢，磷含量約為 0.48 至 0.55 之間，處理間並無顯著差異。栽培至 60 天時，全部處理之磷含量分別降至 0.44、0.47、0.45 及 0.49%，處理間並無顯著差異(表 3)。在胡瓜開花至果實成熟期間，葉片中磷之適當濃度為 0.34 至 1.25% (Mills and Jones, 1996)。所有處理植株葉片中磷濃度在栽培期間是適量的。在鉀濃度變化方面，栽培第 15 天時，T1、T2 及 T4 處理之葉片中鉀濃度分別為 3.95、3.99 及 3.90%，最低者為 T3 處理之 3.49%(表 3)。至栽培第 30 天時，T1 及 T2 處理之鉀濃度分別增加為 5.09 及 4.51%顯著高於 T3 及 T4 處理之鉀濃度 3.42 及 3.87%。至栽培第 45 天時，全部處理皆呈現下降之趨勢。至第 60 天栽培結束時，鉀含量最高者為 T1 處理之 3.39%，其次為 T2 處理之 2.64%，最低者為 T3 及 T4 處理，其濃度分別為 1.49 及 1.42%。在胡瓜開花至果實成熟期間，葉片中鉀的適當濃度為 3.50 至 5.50%(Mills and Jones,1996)，T3 及 T4 處理在栽培第 45 天時其鉀濃度已低於適當濃度。

經栽培 15 天後，T1、T2 及 T4 處理之葉片鈣濃度分別為 1.35、1.24 及 1.29%(表 3)，處理間並無顯著差異，最低者為 T3 處理之 0.91%。至栽培第 30 天時，全部處理之鈣濃度皆為上升的情況。第 45 天時，最高者為 T1 處理之 3.77%，以 T3 處理鈣濃度之上升趨勢最大，T2 跟 T4 處理亦呈現上升趨勢。於栽培結束時，各處理已分別提高至 4.77、4.53、

表 2. 胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培後對植株株高及葉片數之影響

Table 2. Effect of different nutrition management on plant height and leaf number of cucumber ‘Shia Di’ grown in soilless medium for 15, 30, 45 and 60 days.

處理 Treatment	株高 plant height (cm)				葉片數 leaf numbers			
	15 ^z	30	45	60	15	30	45	60
化學完全養液	134.4	275.0	368.5	322.3	13.5	23.5	28.4	26.8
化學簡化養液	137.1	281.6	336.4	315.8	14.0	23.0	27.3	28.1
有機養液	119.1	292.4	306.4	308.5	11.6	25.4	25.9	24.5
有機養液+溶磷菌	127.1	272.4	343.0	308.4	13.3	20.3	28.0	23.4
LSD _{0.05}	22.7	26.5	55.9	38.6	1.8	3.9	4.8	5.8

^z : Days after transplanting

4.55 及 4.89%，處理間並無顯著差異。胡瓜於花後最低鈣濃度之範圍為 1.5 至 5.5%(Mills and Jones, 1996)，栽培過程中僅有初期植株之鈣濃度略低於適當範圍，其它時間葉片鈣濃度則維持在正常範圍內。

胡瓜經 15 天栽培後，其葉片鎂濃度最高者為 T1 處理之 0.74%，其次為 T4 及 T2 處理其值為 0.60 及 0.56%，最低者為 T3 處理之 0.45%。至栽培 30 天時，全部處理之鎂濃度皆有上升情況，以 T1 處理之 1.34% 上升最多，而 T2、T3 及 T4 處理分別上升至 0.73、0.75 及 0.77%，處理間並無顯著差異。於栽培 45 天後，T1 處理鎂濃度為 1.38% 無明顯增加，而 T2、T3 及 T4 處理則有小幅度的上升至 0.90、0.98 及 0.86%。調查栽培第 60 天之葉片鎂濃度則仍是 T1 處理為最高者 1.73% 顯著高於 T4 處理 1.47%，最低鎂濃度為 T2 及 T3 處理 1.16 及 1.26%。胡瓜開花至果實成熟期間，葉片中鎂之最適濃度為 0.3 至 1.2%(Mills and Jones, 1996)。過程中，T1 處理中後期葉片之鎂濃度略高，其它處理皆處於適當範圍內。

經栽培 15 天後，T1 及 T2 處理分別為 120 及 119 ppm 顯著高於 T3 及 T4 處理之鐵濃度 97 及 103 ppm (表 4)。至栽培第 30 天時，葉片鐵濃度以 T2 處理之 180 ppm 為最高值，其次為 T3 處理之 151 ppm，最低者為 T1 及 T4 處理，其濃度分別為 128 及 136 ppm。至栽培第 60 天時，以 T3 及 T4 之鐵濃度最高分別為 215 及 253 ppm，其次為 T1 及 T2 處理其濃度為 178 及 190 ppm。胡瓜於開花後最低鐵濃度之範圍為 50 至 300 ppm (Mills and Jones, 1996)，栽培過程中全部處理之葉片鐵含量皆處於適當範圍內。錳濃度方面，至栽培 15 天時，T3 及 T4 處理之錳濃度分別為 77 及 73 ppm 顯著高於 T1 及 T2 處理其濃度為 49 及 43 ppm。至第 60 天栽培結束時，葉片錳濃度以 T3 處理之 214 ppm 為最高值，其次為 T4 處理 164 ppm，T3 處理及 T4 處理分別為 81 及 117 ppm 為最低值。胡瓜開花至果實成熟期間，葉片中錳之最適濃度 50 至 300 ppm (Mills and Jones, 1996)，栽培第 15 天時 T1 及 T2 處理略低於最適值，其它處理在栽培過程中皆維持在最適值。

至栽培第 15 天時，T1、T2、T3 及 T4 處理葉片鋅濃度分別為 49、43、50 及 55 ppm (表 4)，處理間並無顯著差異。經栽培 60 天後，T1 處理葉片之鋅濃度持續增加至 133 ppm，其次為 T2 及 T4 處理 38 及 47 ppm，最低值為 T3 處理 31 ppm。銅濃度方面。胡瓜經栽培 15 天後，T3 及 T4 處理之葉片銅濃度為 8.9 及 10.6 ppm 顯著高於 T1 及 T2 處理其值為 6.6 及 6.7 ppm。至栽培第 60 天時，T3 處理之銅濃度為 9.5 ppm，次之為 T4 處理 8.9 ppm，第三為 T2 處理 6.7 ppm，最低者為 T1 處理 5.9 ppm。胡瓜開花至果實成熟期間，葉片中銅之最適濃度 5 至 20 ppm (Mills and Jones, 1996)，在栽培過程中全部處理皆在適當範圍內。

表 3. 胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培後對植株葉片大量元素含量變化之影響

Table 3. Effect of different nutrition management on leaf nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and maganese content of cucumber ‘Shia Di’ grown in soilless medium for 15, 30, 45 and 60 days.

處理 Treatment	N(%)			
	15 ^z	30	45	60
化學完全養液	6.15	4.22	4.78	3.59
化學簡化養液	6.25	6.04	4.72	3.54
有機養液	6.37	6.00	4.41	4.19
有機養液+溶磷菌	5.60	5.72	4.33	3.97
LSD _{0.05}	0.33	0.50	0.94	0.51
	P(%)			
	15 ^z	30	45	60
化學完全養液	0.89	0.65	0.55	0.44
化學簡化養液	0.84	0.78	0.52	0.47
有機養液	0.80	0.73	0.47	0.45
有機養液+溶磷菌	0.81	0.72	0.48	0.49
LSD _{0.05}	0.06	0.11	0.11	0.11
	K(%)			
	15 ^z	30	45	60
化學完全養液	3.95	5.09	3.66	3.39
化學簡化養液	3.99	4.51	3.12	2.64
有機養液	3.49	3.42	1.73	1.49
有機養液+溶磷菌	3.90	3.87	2.33	1.42
LSD _{0.05}	0.49	0.51	0.53	0.43
	Ca(%)			
	15 ^z	30	45	60
化學完全養液	1.35	3.17	3.77	4.77
化學簡化養液	1.21	1.81	2.89	4.53
有機養液	0.91	2.18	3.26	4.55
有機養液+溶磷菌	1.29	2.16	2.70	4.89
LSD _{0.05}	0.24	1.10	0.80	0.57
	Mg(%)			
	15 ^z	30	45	60
化學完全養液	0.74	1.34	1.38	1.73
化學簡化養液	0.56	0.73	0.90	1.16
有機養液	0.45	0.75	0.98	1.26
有機養液+溶磷菌	0.60	0.77	0.86	1.47
LSD _{0.05}	0.13	0.18	0.22	0.18

^z : Days after transplanting

表 4. 胡瓜‘夏笛’以不同養液栽培後對葉片微量元素含量之影響

Table 4. Effect of different nutrition management on micro element concentration of cucumber ‘Shia Di’ grown in soilless medium for 15, 30, 45 and 60 days.

處理 Treatment	Fe(ppm)			
	15 ^z	30	45	60
化學完全養液	120	128	163	178
化學簡化養液	119	180	199	190
有機養液	97	151	204	215
有機養液+溶磷菌	103	136	162	253
LSD _{0.05}	13	24	63	75
處理 Treatment	Mn(ppm)			
	15 ^z	30	45	60
化學完全養液	38	53	56	81
化學簡化養液	33	68	90	117
有機養液	77	112	192	214
有機養液+溶磷菌	73	94	118	164
LSD _{0.05}	17	17	43	32
處理 Treatment	Zn(ppm)			
	15 ^z	30	45	60
化學完全養液	49	60	70	133
化學簡化養液	43	41	42	38
有機養液	50	52	35	31
有機養液+溶磷菌	55	52	21	47
LSD _{0.05}	7	3	16	11
處理 Treatment	Cu(ppm)			
	15 ^z	30	45	60
化學完全養液	6.6	6.3	5.6	5.9
化學簡化養液	6.7	6.3	7.3	6.7
有機養液	8.9	8.1	7.8	9.5
有機養液+溶磷菌	10.6	6.6	8.3	8.9
LSD _{0.05}	0.24	1.10	0.80	0.57

^z : Days after transplanting

討 論

一、不同苦土石灰添加量對有機介質 pH 及 EC 變化之影響

本試驗介質配方為蔬菜室長久開發所得，具有良好通氣性及保水性，其比例為泥炭土：稻殼：椰土：木屑＝35：15：15：35，經多次試驗證明適合用於進行胡瓜養液栽培，William 等(1988)研究指出，於介質中添加石灰可有效提升 pH 值，其 pH 值隨著施用量的

增加而提高。本試驗結果亦有相同趨勢，介質 pH 值隨著苦土石灰添加量增加，至試驗後期，介質 pH 值皆有明顯提升。介質或土壤 pH 值之反應速率與石灰顆粒大小有密切相關性，也就是說石灰顆粒愈細，苦土石灰與土壤之接觸面積增加，導致反應速度上升，其 pH 值上升速度也隨之提高(Argo and Biernbarm, 1996)。由詹(2006)試驗中發現，若添加經孔徑 180 μm 濾網過濾後之苦土石灰以提升 pH 值，則 pH 值快速上升在 10 天內即可達到平衡但至栽培 60 天後介質 pH 值卻迅速下滑。因此本試驗利用添加僅以孔徑 1.4 mm 濾網僅過濾雜質之苦土石灰以提升 pH 值，由圖 1 可發現 pH 值上升速度較詹(2006)緩慢，約在培育 24 天後漸趨穩定。由前人研究得知施用石灰於土壤中需經過六週以上之時間才可平衡，而添加石灰於介質中時則所需時間較短，亦可藉由維持介質溼潤來促使 pH 值達到穩定(Roth and Pavan, 1991)。一般蔬菜作物大都喜近中性 pH 值約 6.0 至 7.5 之間之土壤(郭，1987)，而胡瓜生長之適宜土壤 pH 值約為 5.5 至 7.0(陳，1991)，由試驗結果得知於介質中添加 2 g/L 之苦土石灰其 pH 值可維持在 5.8 至 6.0 之間，故可提供胡瓜生長之合適酸鹼度。

適合果菜類種植之介質 EC 值範圍約在 1.0 至 4.0 ms/cm 之間(Norrie *et al.*, 1994)，試驗中隨著苦土石灰的添加量增加，介質 EC 值也隨之上升，至試驗後期僅有添加 4 g/L 苦土石灰之介質持續上升，全部處理之 EC 值維持在 0.15 至 0.25 ms/cm 之間(圖 1)，試驗初期介質 EC 值較不穩定，可能是因為苦土石灰拌入介質不僅只有分解產生鈣、鎂離子，亦有可能因聚合作用造成介質原有離子被鍵結而造成 EC 值起伏不定。EC 值表示可溶性鹽於介質溶液中之濃度(黃，2004)。苦土石灰分解釋放肥效而提高 EC 值亦表示介質中可溶性鹽含量增加，但在 Parasad(1993)試驗中發現利用石灰調整 pH 值時，不論粒子大小及用量多寡，對介質之 EC 值影響並不大。雖然 Argo 及 Biernbarm(1994)等試驗過程中指出由於介質淋洗量大，導致後期 EC 值過低。但是介質培育後期可能因為苦土石灰分解之影響，導致 EC 值之下降速度減緩；且隨著介質使用時間增加，有機介質之纖維素、木質素及半纖維素等逐漸分解，亦會促使 EC 值上升(Allison, 1973; Harada *et al.*, 1991)，反而有助於介質 pH 值穩定性之維持。

二、不同養液栽培對胡瓜‘夏笛’植株生長發育及機介質 pH 值及 EC 值之影響

(一) 胡瓜栽培期間栽培介質 pH 值及 EC 值之變化

試驗胡瓜幼苗於 2007 年 9 月 4 日進行定植，栽培第 45 天前，全部處理介質之 pH 值皆在 5.8 至 6.0 之間(圖 2)，仍處於胡瓜生長之適當範圍內。及至 45 天以後，雖然有機養液處理之介質 pH 值下降到 5.30 至 5.40 之間，但仍處在胡瓜可忍受之範圍內。在介質試驗中，由圖 1 得知介質培育試驗至第 60 天之結果顯示，其 pH 值並無明顯下降之趨勢，但於本試驗胡瓜栽培過程中，介質卻有酸化情況，推測原因為：(1)因 T3 及 T4 處理之有機養液所提供之氮肥主要為銨態氮，其銨離子經根部吸收後會釋出氫離子，因而導致土壤或介質酸化(王和吳，1992; Keltjens and Nijenstein, 1987; Molitor, 1990; Morvant *et al.*, 1997; Riley and Barber, 1971)；(2)本介質配方中含有 35% 之泥炭苔，其原始 pH 值為 4.0，經長期淋洗後 pH 值可能隨栽培時間之增加而逐漸下降(李，1999)。

試驗後期可能由於過度淋洗導致化學簡化養液(T2)、有機養液處理(T3)及有機養液+溶磷菌(T4)處理其 EC 值迅速下降，而化學完全養液處理(T1)則無顯著變化(圖 2)。在胡瓜栽培試驗過程中，全部養液處理之介質 EC 值皆低於胡瓜可承受之上限值 4 ms/cm(陳，1991)，因此養液濃度應可再向上調整，藉以增加肥份來提供植株生長。

(二) 不同養液栽培對葉片元素含量變化之影響

胡瓜開花至果實成熟期間，葉片中之適當氮濃度為 4.0 至 6.0%之間(Mills and Jones, 1996)。栽培過程中，全部處理至栽培 60 天時，葉片氮含量除了 T3 處理外，其它各處理皆低於適當值，T3 處理之葉片氮含量為 4.19%，只較最低適當值 4%高出 0.19%(表 3)。顯示隨著栽培時間增加，葉片氮含量卻有下降之趨勢，推測原因可能為作物經快速生長後，對於氮素需求增加，而後期養液仍維持相同濃度，導致植物養分吸收不足；亦有可能是鉀元素之缺乏影響植株對氮肥之吸收能力。Moinuddin 等(2004)研究指出，鉀濃度的增加可提升植株根系活力，鉀離子作為陽離子被吸收時可確實促進氮與磷之吸收；且於栽培第 60 天時植株已摘心，故所採集之葉片樣本其生理年齡相對於栽培第 30、45 天時所採集之樣本較老，由於葉齡較大，氮素易移動導致葉片氮濃度相對較低。故利用有機養液提供植株氮源是具有可行性的。

試驗中葉片磷濃度變化結果如表 3 顯示。葉片中磷之適當濃度為 0.34 至 1.25%(Mills and Jones, 1996)。試驗過程中，T2、T3 及 T4 處理之葉片磷含量隨栽培時間增加而逐漸下降，至 60 天栽培結束時其值分別為 0.47、0.45 及 0.49%，與 T1 處理 0.44%並無顯著差異，且試驗過程中磷含量皆處於適當範圍內。另外 T4 處理於試驗初期有施用溶磷菌以增加作物對磷之吸收能力(Alagawasi and Gaur, 1988；Ralton et al, 1976)。但於本試驗結果並無發現此情況，推測原因可能為介質中拌入肉骨粉及磷礦砂，過多的磷酸根離子會造成植物菌根的感染率下降，進而影響植株之吸收量(Miranda et al., 1994)。

在葉片鉀含量方面，胡瓜開花至果實成熟期間，葉片中鉀的適當濃度為 3.50 至 5.50%(Mills and Jones, 1996)，本試驗以有機養液灌溉 T3 及 T4 處理之植株利用腐植酸鉀作為鉀源，於試驗後期皆有鉀含量低於適當值之情況發生(表 3)，推測原因可能為 1.試驗後期利用有機養液提供植株氮、鉀濃度不足；2.鉀、鈣及鎂之間的離子拮抗作用，在細胞內部一價之鉀離子與二價之鈣鎂離子相比在與運輸蛋白結合較有競爭性，但當細胞內部鈣鎂離子含量過高，鉀離子之吸收亦會受到鈣、鎂離子含量之影響(Scharrer and Jung, 1955)。由表 3 可得知試驗後期植株葉片鈣及鎂含量皆接近適當值之最高點，鎂含量在 T3 及 T4 處理甚至有超過最高值之情況，因此在離子相互競爭況下可能影響植株對鉀元素之吸收。

本試驗利用以 1.4 mm 過篩後之苦土石灰作為胡瓜‘夏笛’之鈣鎂源，試驗初期及中期 T2、T3 及 T4 處理之葉片鈣含量雖略低於以化學完全養液栽培之 T1 處理，至後期則全部處理鈣含量並無顯著差異(表 3)，由於試驗後期植株有進行打頂之動作，鈣離子在植株內部之運移能力較低，老葉中鈣濃度會逐漸累積增加(張，2004；游，2003；Ingestd, 1973；Tachibana, 1991)，葉片鈣濃度之合適範圍為 1.5 至 5.5%(Mills and Jones, 1996)，試驗過程

中全部處理皆處於適當範圍內。葉片鎂含量方面，由表 3 得知利用化學養液提供植株鎂元素其效果較利用苦土石灰好，葉片中鎂之最適濃度為 0.3 至 1.2%(Mills and Jones, 1996)，試驗栽培期間全部處理之葉片鎂含量皆處理適當範圍內，由上述結果顯示僅利用 1.4 mm 過篩之苦土石灰為植株鈣鎂源是可行的。

綜合本研究之各項試驗結果顯示，利用有機養液澆灌之植株其生長勢及元素含量方面皆與化學對照組無明顯差異，pH 值可以穩定維持在 5.3 至 6.0，雖然略低於胡瓜適合生長之 pH 值範圍，但對生長勢並無影響，EC 值皆低於 4 ms/cm 無鹽害問題且有極大空間可提高養液濃度來增加植株生長勢，因此有機養液利用於介質栽培上之使用是具有潛力的，在本試驗過程中使用之有機養液則有以下問題：1.胺基酸及腐植酸鉀之成本皆屬於高成本之資材，且取得不易；2.腐植酸鉀作為植株鉀源尚須調整使用方式或濃度以提高養液供鉀之有效性。因此如何利用低成本之資材如黃豆粉、棕櫚灰等配製有機養液及提高養液所含氮鉀肥之可利用性則需要進一步之研究與探討，以建立有機養液栽培之模式。

參 考 文 獻

- 王銀波。1988。養液栽培之肥料與管理。沈再發、許淼森主編。養液栽培技術講習會專刊第一輯。行政院農業委員會。pp.59-69。
- 李文汕。1999。蔬菜無土介質容器栽培。蔬菜容器栽培技術研討會專集。pp.1-17。
- 李金龍、候鳳舞。1989。養液栽培之發展方向與展望。沈再發，許淼森及徐森彥主編。養液栽培技術講習會專刊第二輯。行政院農業委員會。pp.1-3
- 李金龍、傅季郁。1988。本省養液栽培之發展方向與重點。養液栽培技術講習會專刊第一輯。行政院農業委員會。pp.1-7。
- 高德錚。1989。國內外各種養液栽培法特性之比較。沈再發，許淼森及徐森彥主編。養液栽培技術講習會專刊第二輯。行政院農業委員會。pp.17-43。
- 郭魁士。1990。土壤學。中國書局。台北。pp.210-453。
- 張育菁。2004。鈣對小胡瓜及絲瓜葉片和果實礦物元素濃度之影響。國立中興大學園藝學系碩士論文。137p。
- 陳仁炫。1991。土壤管理手冊。國立中興大學土壤調查試驗中心。pp.199-251。
- 游雯蓉。2003。瓜類植株鈣之吸收與運移。國立中興大學園藝學系碩士論文。98pp。
- Alagawasi, A. R. and A. C. Gaur. 1988. Associative effect of *Rhizobium* and phosphate solubilizing bacteria on the yield and nutrient uptake of chickpea. *Plant Soil*. 105:241-246.
- Altunlu, H., A. Gul and A. Tunc. 1999. Effect of nitrogen and potassium nutrition on plant growth, yield and fruit quality of cucumbers grown in perlite. *Acta Hort*. 486:377-381.
- Atkin, K and M. A. Nichols. 2004. Organic Hydroponics. *Acta Hort* 648:121-127.

- Argo, W. R. and J. A. Biernbaum. 1996. The effect of lime, irrigation-water source, and water-soluble fertilizer on root-zone pH, electrical conductivity, and macronutrient management of container root media with impatiens. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121:442-452.
- Hinsinger, P. and R. J. Gilkes. 1996. Mobilization of phosphate from phosphate rock and alumina-sorbed phosphate by the roots of ryegrass and clover as related to rhizosphere pH. *Eur. J. Soil Sci.* 47:533-544.
- Ingstad, T. 1973. Mineral nutrient requirements of cucumber seedlings. *Plant Physiol.* 52:332-338.
- Kazda, M. and P. Weilgony. 1988. Seasonal dynamics of major cations in xylem sap and needles of Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.) in stands with different soil solution chemistry. *Plant Soil.* 110(11):91-100.
- Kazda, M. and P. Weilgony. 1988. Seasonal dynamics of major cations in xylem sap and needles of Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.) in stands with different soil solution chemistry. *Plant Soil.* 110(11):91-100.
- Keltjens, W. G. and J. H. Nijenstein. 1987. Diurnal variations in uptake, transport and assimilation of NO₃⁻ and efflux of OH⁻ in maize plants. *J. Plant Nutr.* 10:887-900.
- Latin, R. X. 1996. Noninfectious Disorders Nutritional Disorder. *Compendium of Cucurbit Diseases*. T. A., Zitter, D. L., Hopkins, and C. E., Thomas, eds. APS Press, Minnesota, U.S.A. pp.87
- Maathuis, F. J. M. and Sanders, D. 1997. Mechanism of potassium absorption by higher plants. *Physiol. Plant.* 96:158-168.
- Mackowiak, C. L., J. L. Garland, and J. C. Sager. 1996. Recycling crop residues for use in recirculating hydroponic crop production. *Acta Hort.* 440:19-24.
- Mills, H. A. and J. B. Jones. 1996. *Plant analysis handbook II :a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*. Micro-Macro Publishing, Inc. Georgia. pp.181.
- Molitor, H. D. 1990. The European perspective with emphasis on subirrigation and recirculation of water and nutrients. *Acta Hort.* 272:165-173.
- Morvant, J. K., J. M. Dole, and E. Allen. 1997. Irrigation systems alter distribution of roots, soluble salts, nitrogen, and pH in the root medium. *HortTechnology.* 7(2): 56-160.
- Nielsen, K. L and K. Thorup-Kristensen. 2004 Growing media for organic tomato plantlet production. *Acta Hort.* 644:183-187.
- Norrie, J., M. E. D. Graham, J. Charbonneau, and A. Gosselin. 1994. Impact of irrigation management of greenhouse tomato: yield, nutrition, and salinity of peat substrate. *Can. J. Plant Sci.* 74:497-503.
- Pascale, S. D., Maggio, A., Fogliano, V., Ambrosino, P. and Ritieni, A., 2001. Irrigation with

- saline water improves carotenoids content and antioxidant activity of tomato. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 7:447-453
- Prasad, M. and M. J. Maher. 1993. Physical and chemical properties of fractionated peat. *Acta Hort.* 342:257-264.
- Riley, D. and S. A. Barber. 1971. Effect of ammonium and nitrate fertilization on phosphorus uptake as related to root-induced pH changes at the root-soil interface. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 35:301-306.
- Roth, C. H. and M. A. Pavan. 1991. Effects of lime and gypsum on clay dispersion and infiltration in samples of a Brazilian Oxisol. *Geoderma.* 48:351-361.
- Rubio, F., Gassmann, W. and Schroeder, J. I. 1995. Sodium-driven potassium uptake by the plant potassium transporter HKT1 and mutations conferring salt tolerance. *Science.* 270:1660-1663.
- Schachtman, D. P., Tyerman, S. T. and Terry, B. R. 1991. The K^+/Na^+ selectivity of a cation channel in the plasma membrane of root cells does not differ in salt tolerant and salt sensitive wheat species. *Plant Physiol.* 97:598-605.
- Spiers, J. M. 1993. Nitrogen, calcium, and magnesium fertilization affects growth and leaf elemental content of dormant raspberry. *J. Plant Nutr.* 16(12):2333-2339.
- Subedi, P.P. and M.D. Sharma. 2005. Single stem cultivation and performance of cucumber cultivars during winter-spring seasons. *J. Inst. Agric. Anim. Sci.* 26:149-151.
- Tisdale, S. L., W. L. Nelson and J. D. Beaton. 1985. Soil fertility and fertilizer, 4th ed. Macmillan Publishing Company. New York. pp.210-211.
- William, B. J., J. C. Peterson, and J. D. Utzinger. 1988. Liming Reactions in sphagnum peat-based growing media. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113(2):210-214.

Studies on The Organic Hydroponic of Cucumber ‘Sia Di’ (*Cucumis sativus* L.) Growth and Development

Yen-Cheng Lu ¹⁾ Wen-Shann Lee ²⁾

Key words: Cucumber, Organic media, Hydroponic

Summary

This research studied the feasibility of cultivating cucumbers in soilless medium with liquid organic nutrition. The organic medium, which contained additional dolomite, experiment added bone meal 0.5 g/L and phosphate 0.5 g/L as the sources of phosphate and compared the cucumber development of simplified chemical nutrition (with 200 ppm of nitrogen and 225 of ppm potassium) to that of organic substance consisted with amino acid and potassium humic acid with the same concentrations of nitrogen and potassium. After 45 days, the observation showed that leaf potassium concentration gradually decreased, and by the forty-fifth day, there was only 1.42 to 2.33% left, which was not only less than that of the cucumbers in chemical nutrition but also lower than the suggested level at 3.50 to 5.50%. However, the amounts of nitrogen, phosphorus, and calcium were all within Harry’s suggested range.

It is postulated that the organic medium mixed with slow-released fertilizers (containing calcium, magnesium, and phosphorus) with organic liquid nutrition providing nitrogen and potassium sources was most feasible in organic hydroponic production of cucumbers.

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

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

Corresponding author.

聖誕紅色素基因轉殖之研究

李翠鳳¹⁾ 王強生²⁾ 朱建鏞³⁾

關鍵字：聖誕紅、體胚再生、農桿菌、大豆種皮

摘要：以聖誕紅‘Nobel Star’和‘Peter Star-White’為材料，經由體胚再生方法以農桿菌 EHA105 進行大豆種皮色素基因 flavonoid 3-hydroxylase (F3H)、flavonoid 3',5'-hydroxylase (F3',5'H) 以及 anthocyanidin synthase gene (ANS) 的基因轉殖。從‘Nobel Star’和‘Peter Star-White’的篩選抗生素濃度測試結果，5 mg/l hygromycin 有 13% 的存活率，而在含 10 mg/l hygromycin 則無存活的培植體。抑制農桿菌的抗生素以 timentin 對莖段培植體的毒害最低，癒傷組織形成的比率較高並可繼續增殖。利用莖段為培植體以農桿菌進行基因轉殖，芽體篩選再生率為 20.7%，再生篩選時間約 24 週。‘Nobel Star’轉殖株以 PCR 檢測後，轉殖 F3H 和 ANS 基因各獲得 5 和 7 株轉殖株，其轉殖效率分別為 1.3% 和 2.3%。‘Peter Star-White’轉殖株以 PCR 檢測後，轉殖 F3H 和 F3',5'H 基因各獲得 19 和 23 株轉殖株，轉殖效率分別為 6.3% 和 7.7%。

前言

聖誕紅 (*Euphorbia pulcherrima* Wilid. et Kltz)，屬於大戟科大戟屬，原產中美洲墨西哥。聖誕紅的種原庫極小 (Stewart et al., 1979)，欲以傳統育種方法來改良植株性狀很困難，加上有性繁殖能力極低，要在遺傳變異上有所突破，除了傳統之實生育種或誘變育種外，仍需仰賴遺傳工程之進行 (朱和趙，2002)。目前聖誕紅基因轉殖的研究甚少，僅知 Clarke 等人 (2008) 以聖誕紅莖段進行農桿菌基因轉殖，利用 RNAi 構築轉入 poinsettia mosaic virus (PnMV) 基因至聖誕紅 ‘Millenium’ 中，其轉殖效率平均達 2.1%。有關聖誕紅色素基因轉殖的研究僅 Vik (2003) 有涉及，係轉殖矮牽牛 F3',5'H 基因，期望產生紫色或藍色的聖誕紅品種，以南方雜交分析證明有 1 個拷貝的 F3',5'H 基因嵌入轉殖株，並發現轉殖株的苞片產生藍點。上述聖誕紅農桿菌基因轉殖方法，大多以莖頂作為培植體來源，但其轉殖效率仍低 (Vik et al., 2001)。本研究以莖段培植體誘導體胚再生，建立高效率之農桿菌基因轉殖系

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學農藝學系副教授。

2) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

統，期能培育出新穎顏色之聖誕紅品種。

材 料 與 方 法

一、植物材料

試驗品種為聖誕紅橙紅色的‘諾貝爾之星’(‘Nobel Star’)和白色的‘彼得之星-白’(‘Peter Star-White’)。植株栽培於中興大學園藝系網室，依盆花栽培管理方法管理。

二、培植體及培養環境

取供試品種約 3cm 長的頂梢，去除葉片後，以 1% NaOCl 溶液消毒 10 分鐘，再以無菌水沖洗 3 次，切取大約 0.5-1 mm 的莖頂，約 2 個月後莖頂在瓶內發育成植株，建立無菌瓶苗(趙和朱，2000)，作為農桿菌基因轉殖之材料。培養室溫度為 $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，並以冷白日光燈(旭光牌 FL 40D/38，台灣日光燈公司)提供光合作用光子流密度(Photosynthetic Photon Flux Density, PPFD)為 $35 \pm 5 \mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ 的光照。除暗培養外，所有培養之光週期為明期 16 小時，暗期 8 小時。

三、基因轉殖培養基

試驗之基本培養基含 MS 商業配方(Murashige and Skoog Basal Medium, Sigma Chemical Co., Mo, U.S.A.) 4.4 g/l, 30 g/l 蔗糖(台糖細粒特砂)以及 6 g/l 的洋菜粉(Difco Bacto agar)。癒傷組織誘導培養基為基本培養基添加 0.2 mg/l 6-benzylaminopurine (BA)和 0.4 mg/l p-chlorophenoxyacetic acid(CPA)。芽體及體胚發育培養基為基本培養基添加 1 mg/l BA 和 10 mg/l 核黃素(riboflavin)。體胚成熟培養基為基本培養基添加 0.2 mg/l kinetin 和 10 mg/l 核黃素，可促進胚軸伸長與發根(朱和馮，2003)。滅菌前將培養基調整為 pH 值至 5.7 ± 0.1 ，經 121°C 高壓滅菌釜滅菌 15 分鐘。培養基經滅菌後當溫度降至 60°C 時，以過濾除菌方法，加入殺菌抗生素 500 mg/l cefotaxime (cefotaxime sodium, Duchefa Biochemie B. V., The Netherlands)與不同濃度(mg/l)之篩選抗生素 hygromycin (hygromycin B, Merck KgaA, Darmstadt, Germany)，混合均勻後分裝至 9 cm 培養皿中，供基因轉殖培植體再生使用。

四、農桿菌基因轉殖載體

試驗使用農桿菌(*Agrobacterium tumefaciens*)EHA105 菌系和選殖自大豆種皮(*Glycine max* ‘CRWD’)之花青素合成構造基因，分別為 F3H (flavanone 3 -hydroxylase, ACC No.AF198451) 基因(邱，1998)構築於 pCAMBIA1302 轉殖載體，F3’,5’H (flavonoid 3’,5’-hydroxylase, ACC No.AY117551)基因(Liao，2005)和 ANS(anthocyanidin synthase, ACC No.AY382828)(黃，2002)基因構築於 pCAMBIA1300 載體中。轉殖載體均含有 *hpt* 基因(抗 hygromycin)作為抗生素篩選標誌，並以 CaMV(cauliflower mosaic virus)35S 為啟動子啟動基因。

五、轉殖農桿菌之製備

以無菌接種環，從含有 100 mg/l kanamycin 之 LB 固體培養基(5 g/l yeast extract, 10 g/l

NaCl, 1 g/l tryptone)挑取農桿菌單一菌落，培養在含有 50 mg/l kanamycin 之 LB 液體培養基中，在 28 °C、200 rpm 震盪培養箱中暗培養，直到菌液吸光值 OD₆₀₀ 約為 0.3-0.4 之間，加入 100 μM 乙醯丁香酮(acetosyngone, Aldrich Chem.)溶液，繼續在 28 °C、200 rpm 震盪培養箱中暗培養，直到菌液的吸光值 OD₆₀₀ 約為 0.6-0.8 之間，以 4,000 rpm 離心 10 分鐘，倒除上清液後，加入含 200 μM 乙醯丁香酮的 MS 液體培養基懸浮菌體以感染聖誕紅增殖體。

六、試驗方法

(一) 抗生素 hygromycin 對聖誕紅抗性濃度之測試

切取‘Nobel Star’和‘Peter Star-White’瓶內植株之莖段約0.5 cm作為增殖體，培養在含有 1 mg/l、3 mg/l、5 mg/l或10 mg/l之hygromycin的癒傷組織誘導培養基中進行測試。評估篩選抗生素hygromycin對未轉殖增殖體之致死濃度，以建立抗生素篩選系統。每一處理共20個增殖體，試驗進行三重複。經4週後記錄莖段增殖體的存活率。

(二) 抗生素對聖誕紅癒傷組織形成之影響

取聖誕紅‘Nobel Star’和‘Peter Star-White’之莖段約0.5 cm為增殖體，培養在含有500 mg/l cefotaxime、500 mg/l carbenicillin和500 mg/l timentin的癒傷組織誘導培養基中。每一處理共50個增殖體，試驗進行三重複。經4週後記錄在含不同抗生素的培養基中，莖段增殖體癒傷組織生長情形。

(三) 聖誕紅莖段增殖體之基因轉殖

使用聖誕紅‘Nobel Star’和‘Peter Star-White’約2個月大之無菌苗，切取自瓶內植株莖頂下之莖段約0.5 cm，置於MS基本培養基中，進行農桿菌基因轉殖，分別將構築有F3H、F3',5'H、ANS基因構築之農桿菌菌液與增殖體感染30分鐘後，增殖體移至癒傷組織誘導培養基中，於25 °C下暗培養2天後，再培養於含有5 mg/l hygromycin之癒傷組織誘導培養基中，以篩選轉殖細胞，每隔3週行繼代培養，誘導體胚分化。再移植至含有5 mg/l hygromycin之體胚分化培養基。每次培養共100個增殖體，試驗進行三次。再生之抗性轉殖株經由篩選與PCR分析後，調查基因轉殖效率。

七、聖誕紅轉殖株小量 DNA 之萃取

萃取經hygromycin篩選再生後之無菌苗葉片的DNA，參照Doyle和Doyle (1987)的方法，以萃取法進行小量DNA之抽取與純化。取聖誕紅轉殖株之葉片大約50-100 mg，放入含玻璃珠之2.0 ml 離心管中，以液態氮冷凍後，再以粉碎機(Roche, Germany)震盪破碎。加入600 μl 預熱之萃取緩衝液含[2% cetyltrimethyl ammonium bromide(CTAB), 2% w/v PVP40, 100 mM Tris-HCl (pH8.0), 20 mM EDTA, 1.4 M NaCl和0.2% v/v 2-mercaptoethanol]以及10 μl RNaseA (10 mg/ml)進行DNA萃取。將樣品均勻混合，放置65 °C水浴10分鐘，期間要溫和的搖動。加入等體積600 μl PCI 溶液(phenol:chloroform:isoamyl-alcohol = 25/24/1)，混合均勻後，以13,000 rpm、離心10分鐘；取上清液至1.5 ml離心管。加入2倍體積之100% 酒精，混合均勻，放置-20°C沉澱30分鐘。以13,000 rpm，離心20分鐘後，倒

除上清液，留下沉澱物；以250 µl 70%酒精清洗管壁，倒除酒精後，將DNA乾燥，再加入適量的無菌水溶解DNA，取純化後的DNA供PCR分析之用。DNA溶液短期內使用可暫時儲存於4 °C 中，長期保存則應置於-20 °C 下。

八、轉殖株之聚合酶連鎖反應(polymerase chain reaction, PCR)分析

取500 ng之DNA為模板，進行PCR檢測分析。加入1.0 µl正向及反向引子(10 µM)及2.5 µl 10x PCR buffer(Invitrogen, USA)，2 µl dNTP(2.5 mM, TaKaRa BioMedicals, Tokyo)，和1.0 unit DNA 聚合酶(Invitrogen, USA)，反應總體積為25 µl。將離心管置於聚合酶連鎖反應器(BioRad, USA)，先以95 °C 2分鐘活化酵素及將DNA模板變性，進行PCR 32 循環：95 °C 30秒，60 °C 1分鐘，72 °C 3分鐘，最後於72 °C 加長作用5分鐘。反應產物取 10 µl，並以1% 洋菜膠體(SeaKem LE Agarose；BMA, BioWhittaker Molecular Application)電泳分離，在100伏特電壓下，進行產物大小分析。

PCR 所使用primer的序列大小如下：

Primer name	Primer Sequence (5'→3')	Size(bp)
ANS1-F	GGCCCAAGAAACCCGATGAT	401 bp
ANS1-R	CAAACCCCGATGAAGAATGCTC	
F3H-F	AGCATTGCATTCTGCTATTTAATTC	674 bp
F3H-R	GGTAGTAATTAACCACCACCTTC T	
F3'5'H-F	GGACTTGCAAGGCATAGAGC	410 bp
F3'5'H-R	TCGAGGCAGGTTTAGGGGT	

八、統計分析

數據之處理使用 CoStat 6.1 統計軟體(CoHort software, Minneapolis, USA)進行統計分析，先以單向變方分析(One-way ANOVA)比較各組間之差異，再以最小顯著差異性測驗法(Fisher's least significant difference method, 簡稱 LSD)做各組間顯著差異性之比較，統計之顯著性以 $p \leq 0.05$ 為標準。

結 果

一、抗生素 hygromycin 對聖誕紅抗性濃度之測試

聖誕紅 'Nobel Start' 莖段培植體在含 1 mg/l hygromycin 有 68%的存活率，3 mg/l hygromycin 有 45%的存活率，5 mg/l hygromycin 有 13%的存活率，而在含 10 mg/l hygromycin 則無存活的培植體。此外，'Peter Star-White' 莖段培植體在含 1 mg/l hygromycin 有 77%的存活率，3 mg/l hygromycin 有 48%的存活率，5 mg/l hygromycin 有 27%的存活率，同樣在 10 mg/l hygromycin 皆無存活的培植體(表 1)。

表 1. 聖誕紅莖段培植體在 hygromycin 培養基之存活率(%)

Table 1. Survival rate (%) of poinsettia stem explants culture on hygromycin media.

Hygromycin (mg/l)	Survival rate (%) ^z	
	‘Nobel Star’	‘Peter Star-White’
0	100.0 a ^y	100.0 a
1	68.3 b	76.7 b
3	45.0 c	48.3 c
5	13.3 d	26.7 d
10	0 e	0 e

^z 培養 4 週後調查。^y 同行字母相同者表示經 LSD 分析結果無顯著差異。^z Investigations were conducted at 4 weeks of culture.^y Means with the same letter in a column are not significantly different by LSD test at $p \leq 0.05$ level.

二、抗生素對聖誕紅癒傷組織形成之影響

聖誕紅‘Nobel Star’和‘Peter Star-White’莖段培植體經4週培養後，‘Nobel Star’在含500 mg/l cefotaxime 之培養基中褐化率為73%；在含500 mg/l carbenicillin褐化率為82%；而在500 mg/l timentin中褐化率為50%；以carbenicillin對‘Nobel Star’莖段的傷害最為嚴重；而timentin對癒傷組織形成的比率最高(表2)。「Peter Star-White」在含500 mg/l cefotaxime 之培養基中褐化率為86%；在含500 mg/l carbenicillin褐化率為75%；而在500 mg/l timentin中褐化率為72 %；三者均對‘Peter Star-White’莖段有很高比率的傷害，且對癒傷組織形成的比率偏低(表2)。

三、聖誕紅莖段培植體之基因轉殖與植株再生

聖誕紅‘Nobel Star’和‘Peter Star-White’莖段培植體經農桿菌感染後，將培植體移至含5 mg/l hygromycin 和500 mg/l timetin 抗生素之癒傷組織誘導培養基中，大約第2週後莖段培植體開始膨大(圖1A下)，第4週後於切口開始長出黃綠色疏鬆狀癒傷組織之後，癒傷組織分佈整個培植體(圖1B下)，癒傷組織生長的同時亦伴隨著局部開始褐化。在第8週時，將培植體移至含5 mg/l hygromycin 和500 mg/l timetin 抗生素之體胚發育培養基；第12週後，癒傷組織逐漸分化形成體胚(圖1A上)，並將體胚移至含5 mg/l hygromycin 和250 mg/l timetin 抗生素之體胚伸長培養基；經過第14週後，體胚成熟並伸長(圖1C下)；在第16週後，體胚繼續分化並增殖(圖1C上)；再經過數次繼代培養，大約第24週後體胚發育成

表 2. 抗生素對聖誕紅癒傷組織形成之影響

Table 2. Effects of antibiotics on the callus formation of poinsettia stem explants.

Cultivar	Antibiotics	Browning (%)	Callus formation (%) ^z
‘Nobel Star’	None	6.3 d ^y	93.7 a
	Cefotaxime	73.0 b	27.0 c
	Carbenicillin	82.3 a	17.7 d
	Timetin	50.0 c	50.0 b
	None	4.0 c	96.0 a
‘Peter Star-White’	Cefotaxime	85.7 a	14.3 c
	Carbenicillin	75.3 b	24.7 b
	Timetin	72.0 b	28.0 b

^z 培養 4 週後調查。

^y 同行字母相同者表示經 LSD 分析結果無顯著差異。

^z Investigations were conducted at 4 weeks of culture.

^y Means with the same letter in a column are not significantly different by LSD test at $p \leq 0.05$ level.

為再生芽體(圖 1C 上下, 1D 上下)。大約第 32 週後, 抗性芽體可發育再生成植株(圖 1E 上下)。再取具有抗性之無菌苗進行 PCR 篩選, 確定是否為轉殖植株。並將陽性反應植株之無菌插穗扦插於泡棉, 置於噴霧扦插床使其發根。並按聖誕紅盆花栽培方法管理直到轉殖株轉色開花(圖 1F 上下)。

四、農桿菌基因轉殖效率

聖誕紅‘Nobel Star’ 莖段培植體經由農桿菌轉殖 F3H、F3’,5’H 和 ANS 基因結果顯示, 轉殖 F3H 基因有 246 個培植體形成癒傷組織, 其中 3 個培植體有分化體胚, 體胚再生率為 1%, 芽體篩選再生率為 11.7%, 共獲得 10 株具抗性之轉殖株, 經由 PCR 分子檢測, 篩選獲得 4 株含有 F3H 基因之轉殖株, 轉殖效率約 1.3%。轉殖 F3’,5’H 有 240 個培植體形成癒傷組織, 其中 2 個培植體有分化體胚, 體胚再生率為 0.7%, 芽體篩選再生率為 7.7%, 但並未篩選到具抗性之轉殖株。而轉殖 ANS 基因有 180 個培植體形成癒傷組織, 其中 2 個培植體有分化體胚, 體胚再生率為 0.7%, 芽體篩選再生率為 15.3%, 共獲得 8 株具抗性之轉殖株, 經由 PCR 分子檢測, 篩選到 7 株含有 ANS 基因之轉殖株, 轉殖效率約 2.3%(表 3)。

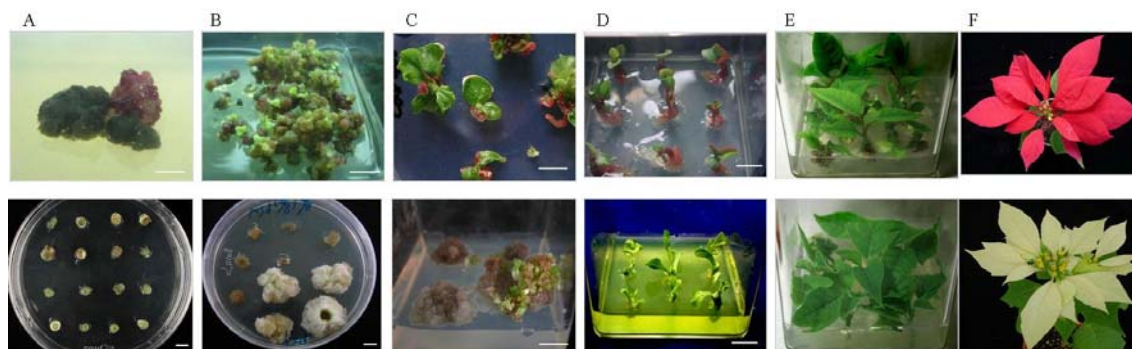


圖 1. 聖誕紅體胚分化與基因轉殖流程。‘Nobel Star’(上圖)，‘Peter Star-White’(下圖)。A. 農桿菌感染後，第 2 週莖段培植體開始膨大(下)，第 12 週自癒傷組織誘導體胚分化(上)；B. 第 4 週，莖段誘導癒傷組織之生長情形(下)，第 16 週體胚繼續分化並增殖(上)；C. 第 14 週，體胚成熟並伸長(下)；D. 第 24 週後，自體胚分化之再生植株；E. 第 32 週，抗性轉植株再生；F. 溫室中的轉基因植株轉色與開花。(bar=10 mm)。

Fig. 1. Process of somatic embryogenesis and transgenic regeneration of poinsettia. ‘Nobel Star’ (upper) and ‘Peter Star-White’ (lower). A. stem explants expansion in the 2nd week (lower), somatic embryos on the callus in the 12th week(upper) ; B. callus induced from stem explant in the 4th week(lower), somatic embryos developed in the 16th week (upper) ; C. somatic embryos mature and elongation in the 14th week(lower) ; D. plantlets regenerated from somatic embryos in the 24th week ; E. transgenic plants regeneration in the 32nd week ; F. plants established and flowering in the greenhouse. (bar=10 mm)

‘Peter Star-White’莖段培植體經由農桿菌轉殖F3H、F3’,5’H和ANS基因結果顯示，轉殖F3H基因有174個培植體形成癒傷組織，其中3個培植體有分化體胚，體胚再生率為1%，芽體篩選再生率為19.3%，共獲得35株具抗性之轉植株，經由PCR分子檢測，篩選獲得19株含有F3H基因之轉植株，轉殖效率約6.3%。轉殖F3’,5’H有180個培植體形成癒傷組織，其中5個培植體有分化體胚，體胚再生率為1.7%，芽體篩選再生率為20.7%，共獲得39株具抗性之轉植株，經由PCR分子檢測，篩選獲得23株含有F3’,5’H基因之轉植株，轉殖效率約7.7%。而轉殖ANS基因有180個培植體形成癒傷組織，但並無任何培植體有分化體胚(表3)。

五、轉植株之聚合酶連鎖反應分析

聖誕紅‘Nobel Star’和‘Peter Star-White’莖段培植體經由農桿菌轉殖F3H、F3’,5’H和ANS基因，經抗生素hygromycin篩選存活之再生植株；分別萃取其再生植株的葉片DNA，依照F3H、F3’,5’H和ANS基因序列所設計的特異性引子進行PCR分析，經電泳分離後結果如圖2~5所示。

表 3. 聖誕紅莖段培植體之農桿菌基因轉殖效率

Table 3. Transformation efficiency (%) of poinsettia with stem by *Agrobacterium tumefaciens*.

Transfer gene	No. of callus formation ^z	No. of somatic embryos regenerated (%)	No. of regenerated shoot (%)	No. of hygromycin resistant plant (%)	No. of transformant (%) ^y	Transformation efficiency (%) ^x
‘Nobel Star’						
F3H	246	3 (1.0%)	35 (11.7%)	10 (3.3%)	4 (1.3%)	1.3
F3',5'H	240	2 (0.7%)	23 (7.7%)	0	0	0
ANS	180	2 (0.7%)	46 (15.3%)	8 (2.7%)	7 (2.3%)	2.3
‘Peter Star-White’						
F3H	174	3 (1.0%)	58 (19.3%)	35 (11.7%)	19 (6.3%)	6.3
F3',5'H	180	5 (1.7%)	62 (20.7%)	39 (13.0%)	23 (7.7%)	7.7
ANS	150	0	0	0	0	0

^z 從 300 個莖段培植體誘導形成之癒傷組織數。

^y 經由 PCR 分析證實之轉殖株。

^x 由 PCR 分析證實之轉殖株數/總培植體數。

^z No. of callus formation from 300 explants.

^y Transformant verified by PCR analysis using pigment gene primer sets.

^x Number of transformant/total number of explant.

(一) F3H基因

以F3H基因之特異性引子分析‘Nobel Star’之10株轉殖植株進行PCR反應，除對照株和F3H-1植株外，F3H-2和F3H-4植株，皆含有674 bp的預期條帶，而F3H-3則呈現較微弱的條帶(圖2)。

另以F3H基因之特異性引子分析‘Peter Star-White’之35株轉殖植株進行PCR反應，除對照株外，F3H-1、F3H-2、F3H-4、F3H-5、F3H-6、F3H-7、F3H-8、F3H-9、F3H-10、F3H-15、F3H-16以及F3H-17等植株，皆含有674 bp的預期條帶 (圖4)。

(二) ANS基因

以ANS基因之特異性引子分析‘Nobel Star’之8株轉殖植株進行PCR反應，除對照株和ANS-1外，ANS-2、ANS-3、ANS-4、ANS-5、ANS-6、ANS-7和ANS-8轉殖植株，皆含有401 bp的預期條帶，而ANS-6和ANS-8則呈現較微弱的條帶(圖3)。

(三) F3',5'H基因

以F3',5'H基因之特異性引子分析‘Peter Star-White’之39株轉殖植株進行PCR反應，除對照株外，和轉殖植株F35H-4、F35H-6、F35H-7、F35H-25、F35H-26、F35H-27、F35H-28、F35H-30、F35H-31、F35H-32、F35H-33以及F35H-34等植株，皆含有410 bp的預期條帶，而F35H-6和F35H-10則呈現較微弱的條帶(圖5)。

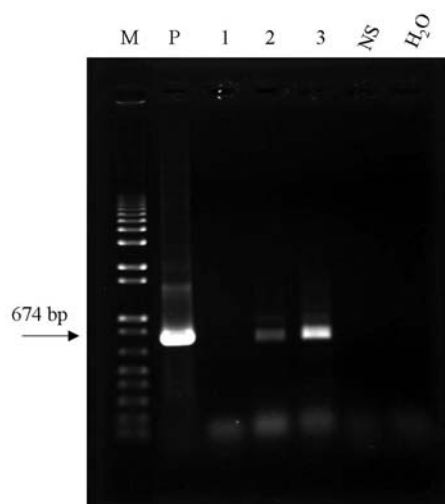


圖 2. 轉殖 F3H 基因之聖誕紅 'Nobel Star' 之 PCR 篩選 M: 1Kb DNA marker; P: 含 F3H 基因之 pCAMBIA1302 質體; NS: 'Nobel Star'; H₂O: 無菌水對照; Lanes 1-3: 轉殖 F3H 基因之 hygromycin 抗性植株分別為 F3H-1、F3H-2 和 F3H-4。

Fig. 2. PCR screening of poinsettia 'Nobel Star' transformed with F3H gene. M: 1kb DNA marker; P: F3H plasmid DNA; NS: 'Nobel Star'; Lanes 1-3: hygromycin resistant plants transformed with F3H gene, F3H-1, F3H-2 and F3H-4, respectively.

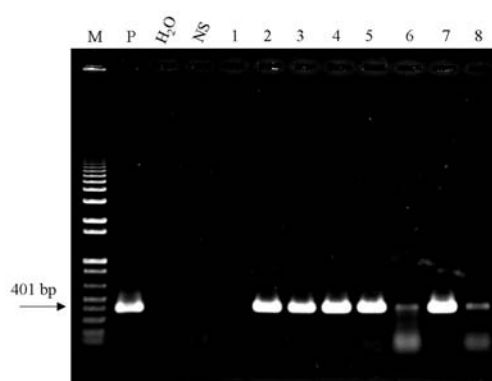


圖 3. 轉殖 ANS 基因之聖誕紅 'Nobel Star' 之 PCR 篩選

M: 1kb DNA marker; P: 含 ANS 基因之 pCAMBIA1300 質體; NS: 'Nobel Star'; H₂O: 無菌水對照; Lanes 1-8: 轉殖 ANS 基因之 hygromycin 抗性植株 DNA, 分別為 ANS-1~ANS-8。

Fig. 3. PCR screening of poinsettia 'Nobel Star' transformed with ANS gene. M: 1Kb DNA marker; P: ANS plasmid DNA; NS: 'Nobel Star'; Lanes 1-8: hygromycin resistant plants transformed with ANS gene, ANS1~ANS-8, respectively.

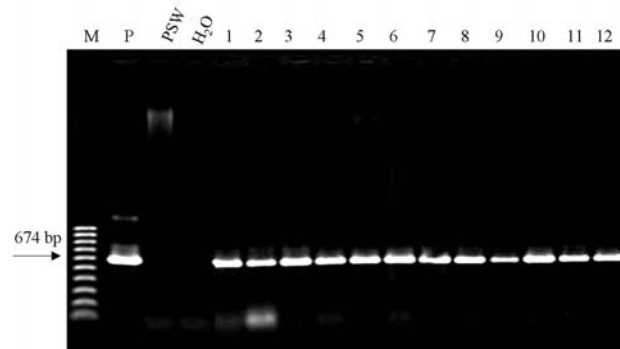


圖 4. 轉殖 F3H 基因之聖誕紅 'Peter Star-White' 之 PCR 篩選

M : 1Kb DNA marker ; P : 含 F3H 基因之 pCAMBIA1302 質體 ; PSW : 'Peter Star-White' ; H₂O : 無菌水對照 ; Lanes 1-12 : 轉殖 F3H 基因之 hygromycin 抗性植株 DNA , 分別為 F3H-1、F3H-2、F3H-4、F3H-5、F3H-6、F3H-7、F3H-8、F3H-9、F3H-10、F3H-15、F3H-16、F3H-17。

Fig. 4. PCR screening of poinsettia 'Peter Star-White' transformed with F3H gene. M: 1Kb DNA marker; P: F3H plasmid DNA; PSW: 'Peter Star-White'; Lanes 1-17: hygromycin resistant plants transformed with F3H gene, F3H-1, F3H-2, F3H-4, F3H-5, F3H-6, F3H-7, F3H-8, F3H-9, F3H-10, F3H-15, F3H-16, F3H-17, respectively.

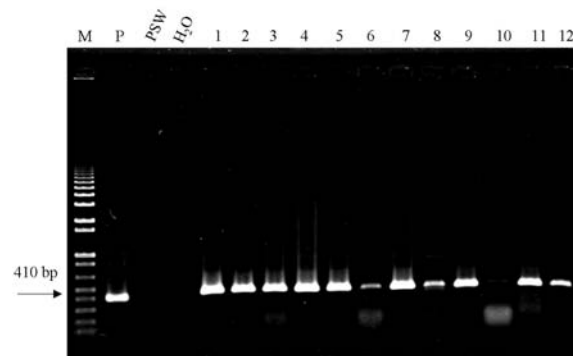


圖 5. 轉殖 F3',5'H 基因之聖誕紅 'Peter Star-White' 之 PCR 篩選

M : 1Kb DNA marker ; P : 含 F3',5'H 基因之 pCAMBIA1300 質體 ; PSW : 'Peter Star-White' ; H₂O : 無菌水之對照 ; Lanes 1-12 : 轉殖 F3',5'H 基因之 hygromycin 抗性植株 DNA , 分別為 F35H-4、F35H-6、F35H-7、F35H-25、F35H-26、F35H-27、F35H-28、F35H-30、F35H-31、F35H-32、F35H-33、F35H-34。

Fig. 5. PCR screening of poinsettia 'Peter Star-White' by transfer F3',5'H gene. M: 1Kb DNA marker; P: F35H plasmid DNA as positive control; PSW: 'Peter Star-White'; Lanes 4-34: hygromycin resistant plants transformed with F3',5'H (F35H) gene, F35H-4, F35H-6, F35H-7, F35H-25, F35H-26, F35H-27, F35H-28, F35H-30, F35H-31, F35H-32, F35H-33, F35H-34, respectively.

討 論

進行植物農桿菌基因轉殖時，需將欲轉殖的組織與含有目標基因的農桿菌，共培養1-3天。共培養之後，農桿菌生長必須被抑制，使轉殖植物細胞的生長和發育不受干擾。若無法防止農桿菌生長，則會抑制轉殖植物細胞的增殖和發育，甚至造成植株死亡(Horsch et al., 1985)。抑制農桿菌最常使用的方法，係將感染後的植物組織移到含有抑制農桿菌的抗生素培養基中，常用的抗生素種類有cefotaxime、carbenicillin和timentin (Opabode, 2006)。

Cefotaxime與carbenicillin屬於penicillin類抗生素，具有分解 β -lactamases的構造，這兩種抗生素主要是抑制細菌細胞壁的合成，且可以有效的抑制農桿菌的生長(Okkels and Pedesen, 1988)，但是對芥屬(*Brassica*)、茄屬(*Solanum*)和懸鉤子屬(*Rubus*)植物的細菌卻無顯著的抑制作用(Barrett et al., 1997)。Carbenicillin是小麥和玉米進行農桿菌基因轉殖最常使用的抗生素(Opabode, 2006)。在菸草的原生質體培養中發現，carbenicillin的毒性比cefotaxime低(Pollock et al., 1983)。但cefotaxime在培養過程中對植物的毒性比carbenicillin低，且cefotaxime 濃度在60-100 mg/l的範圍具有促進小麥的癒傷組織生長、體胚形成與再生的功能(Mathias and Boyd, 1986)。目前已有許多植物組織均可以適應高濃度的carbenicillin或cefotaxime(在250-500 mg/l濃度之間)，例如番木瓜(*Carica papaya*)(Yang et al., 1996)，因carbenicillin的化學結構與auxin具有相似之處，且類似2,4-D或NAA，當carbenicillin與2,4-D結合後，具有高auxin的活性，且會產生毒性，反而抑制細胞的生長(Lin et al., 1995)。在香石竹的研究發現，carbenicillin、cefotaxime與timentin 均能增加葉片組織的再生能力，推測此類抗生素與auxin的化學結構相似，亦與培養基中的auxin之交互作用所產生的結果有關(Estopa et al., 2001)。Cefotaxime的結構與carbenicillin 和 penicillin G的化學結構相似(Ling et al., 1998)。在松樹的試驗中也發現，cefotaxime可能會與植物激素產生交互作用，而影響植物細胞的代謝與生長(Humara and Ordas, 1999)。在500 mg/l cefotaxime和 1000 mg/l carbenicillin的條件下可以抑制農桿菌生長，但1000 mg/l carbenicillin 則會抑制菸草的葉圓片和子葉的芽體再生，而500 mg/l cefotaxime則抑制子葉的芽體再生，卻不影響其葉圓片的芽體再生(Nauerby et al., 1997)。Cefotaxime在100-500 mg/l濃度下亦能促進石竹屬(*Dianthus*)的體胚形成 (Nakano and Mii, 1993)，在250 mg/l濃度下亦能增加蘋果葉圓片芽體的再生與發育(Yepes and Aldwinckle, 1994)。但在cefotaxime高濃度下(375-500 mg/l)癒傷組織的生長能力降低，而體胚形成未受影響 (Yu et al., 2001)。在雲杉屬(*Picea*)中，carbenicillin會降低癒傷組織的生長(Sarma et al., 1995)。且carbenicillin在250-500 mg/l濃度下能促進金魚草(*Antirrhinum majus*)癒傷組織的形成和不定芽的生長(Hammerschlag et al., 1997)。而carbenicillin在500 mg/l濃度下雖能誘發蘋果葉圓片癒傷組織的形成卻會抑制芽體再生(Yepes and Aldwinckle, 1994)。Carbenicillin在高濃度下(375-500 mg/l)能促進番木瓜癒傷組織的生長和體胚形成(Yu et al., 2001)。

從聖誕紅‘Nobel Star’和‘Peter Star-White’莖段培植體在含500 mg/l timentin抗生素培養基對培植體的傷害最低，且癒傷組織形成率最高。Timentin對癒傷組織的誘導和芽分化影

響不大，且在植物常用來抑制基因轉殖中細菌的生長(Cheng et al, 1998)。而‘Nobel Star’的莖段培植體在含500 mg/l的cefotaxime抗生素培養基比在含500 mg/l carbenicillin的抗生素培養基中培植體的傷害較低，且癒傷組織形成率較高。此結果與Mathias和Boyd(1986)的結果相符，顯示cefotaxime在培養中對植物的毒性比carbenicillin低，且carbenicillin也會減少雲杉屬癒傷組織的生長(Sarma et al., 1995)。但‘Peter Star-White’莖段培植體在含500 mg/l的cefotaxime抗生素培養基比在含500 mg/l carbenicillin的抗生素培養基中培植體的傷害卻較高，而癒傷組織形成率反而較低，故推測抗生素對品種之間呈現差異性。因此建議在未來的聖誕紅基因轉殖試驗中，選擇以timentin作為抑制農桿菌的抗生素，應有較好的結果。在基因轉殖過程中，timentin比cefotaxime、carbenicillin更可抑制農桿菌的生長(Cheng et al., 1998)。

透過體胚再生系統進行基因轉殖，將bar基因轉入輻射松(*Pinus radiata*)，可成功再生轉植株且外源基因可穩定表現，此證明利用體胚再生方法可建立穩定的基因轉殖系統(Charity et al., 2005)。木薯(*Manihot esculenta*)利用體胚再生方法可成功獲得轉植株，其轉殖效率約為0.2%~1.2%(Zhang et al., 2000)。在聖誕紅以莖段進行農桿菌基因轉殖的研究方面，目前僅有將poinsettia mosaic virus(PnMV)基因轉殖至聖誕紅‘Millenium’中，轉殖效率平均為2.1% (Clarke et al., 2008)。而本研究結果經PCR篩選後之轉殖效率最高可達7.7%，較已發表的轉殖效率提高3倍以上。

參 考 文 獻

- 朱建鏞。趙玉真。2002。聖誕紅經由懸浮培養之體胚形成。中國園藝。48:247-256。
- 朱建鏞。馮莉真。2003。聖誕紅‘光輝’之微體繁殖。植物種苗。5:47-60。
- 邱銘鳳。1998。黑色大豆種皮Flavanone 3-hydroxylase (F3H)基因之選殖。國立中興大學農業生物科技學研究所碩士論文。77 pp.。
- 黃靖雯。2002。黑色大豆種皮ANS基因之選殖。國立中興大學農藝學研究所碩士論文。128 pp.。
- 趙玉真。朱建鏞。2000。聖誕紅之莖頂培養。興大園藝。25:67-81。
- Barrett, C. C., E. M. Nicol, and L. G. Ronald. 1997. A risk assessment study of plant genetic transformation using *Agrobacterium* and implications for analysis of transgenic plants. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 47:135-144.
- Charity, J. A., L. Holland, and L. J. Grace. 2005. Consistent and stable expression of the *nptII*, *uidA* and *bar* genes in transgenic *Pinus radiata* after *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation using nurse cultures. *Plant Cell Rep.* 23:606-616.
- Cheng, Z. M., J. A. Schnurr, and J. A. Kapaun. 1998. Timentin as an alternative antibiotic for

- suppression of *Agrobacterium tumefaciens* in genetic transformation. Plant Cell Rep. 17: 646-649.
- Clarke, J. L., C. Spetz, S. Haugslie, S. Xing, M. W. Dees, R. Moe, and D. R. Blystad. 2008. *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation of poinsettia, *Euphorbia pulcherrima*, with virus-derived hairpin RNA constructs confers resistance to poinsettia mosaic virus. Plant Cell Rep. 27:1027-1038.
- Doyle, J. J. and J. L. Doyle. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. Phytochem Bull. 19:11-15.
- Estopa, M., V. Marfa, , E. Mele, and J. Messeguer. 2001. Study of different antibiotic combinations for use in the elimination of *Agrobacterium* with kanamycin selection in carnation. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 65:211-220.
- Hammerschlag, F. A., R. H. Zimmerman, U. L. Yadava, S. Hunsucker, and P. Gercheva. 1997. Effect of antibiotics and exposure to an acidified medium on the elimination of *Agrobacterium tumefaciens* from apple explants and on shoot regeneration. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 122:758-763.
- Horsch, R. T., J. E. Fry, N. L. Hoffmann, D. Eichholtz, S. G. Rogers, and R. T. Fraley. 1985. A simple and general method for transferring genes into plants. Science 227:1229-1231.
- Humara, J. M. and R. J. Ordás. 1999. The toxicity of antibiotics and herbicides on *in vitro* adventitious shoot formation on *Pinus pinea* L. cotyledons. In Vitro Cell. Dev. Biol. 35:339-343.
- Liao, R. M., T. M. Chu, and C. S. Wang. 2005. Molecular cloning and characterization of a cluster of genes encode two types of chalcone isomerases in soybean. Chinese Society of Agronomy. April 20, Chia-Yi.
- Lin, J. J., N. Assadgarcia, and J. Kuo. 1995. Plant hormone effect of antibiotics on transformation efficient of plant tissue by *Agrobactium tumefaciens* cells. Plant Sci. 109:171-177.
- Ling, H. Q., D. Kirseleit, and M. W. Ganai. 1998. Effect of ticarcillin/potassium clavulanate on callus growth and shoot regeneration in *Agrobacterium*-mediated transformation of tomato(*Lycopersicon esculentum* Mill). Plant Cell Rep. 17:843-847.
- Mathias, R. J. and L. A. Boyd. 1986. Cefotaxime stimulates callus growth, embryogenesis and regeneration in hexaploid bread wheat (*Triticum aestivum*). Plant Sci. 46:217-223.
- Nakano, M. and N. Mii. 1993. Antibiotics stimulate somatic embryogenesis without plant growth regulators in several *Dianthus* cultivars. Plant physiol. 141:721-725.
- Nauerby, B., K. Billing, and R. Wyndaele. 1997. Influence of the antibiotic timentin on plant regeneration compared to carbenicillin and cefotaxime in concentration suitable for

- elimination of *Agrobacterium tumefaciens*. Plant Sci. 123:169-177.
- Opabode, J. T. 2006. *Agrobacterium*-mediated transformation of plants: emerging factors that influence efficiency. Biotechnol. Mol. Bio. Rev. 1:12-20.
- Okkels, E. T. and M. G. Pedersen. 1988. The toxicity to plant tissue and to *Agrobacterium tumefaciens* of some antibiotics. Acta Hort. 225:199-207.
- Pollock, H. M., J. Holt, and C. Murray. 1983. Comparison of susceptibilities of anaerobic bacteria to cefemenoxime, ceftriaxone, and other antimicrobial compounds. Antimicrob. Agents Chemother. 23:780-783.
- Sarma, K. S., N. E. Evans, and C. Selby. 1995. Effect of carbenicillin and cefotaxime on somatic embryogenesis of Sitka spruce (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.). J. Exp. Bot. 45:1779-1781.
- Stewart, R. N., S. Asen, D. R. Massie, and K. H. Norris. 1979. The identification of poinsettia cultivars by HPLC analysis of their anthocyanins content. Biochem. Syst. Ecol. 7:281-287.
- Vik, N. I. 2003. Genetic transformation of poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*). Doctor Scientiarum Thesis. 21: Agricultural University of Norway.
- Vik, N. I., A. K. H. Eide, H. Gjerde, and K. Bakke. 2001. Stable transformation of poinsettia via electrophoresis. Acta Hort. 560:101-103.
- Yang, J. S., T. A. Yu, Y. H. Cheng, and S. D. Yeh. 1996. Transgenic papaya plants from *Agrobacterium*-mediated transformation of petioles of *in vitro* propagated multishoots. Plant Cell Rep. 15:459-464.
- Yepes, L. M. and H. S. Aldwinckle. 1994. Factors that affect leaf regeneration efficiency in apple, and effects of antibiotics in morphogenesis. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 37:257-269.
- Yu, T. A., S. D. Yeh, and J. S. Yang. 2001. Effects of carbenicillin and cefotaxime on callus growth and somatic embryogenesis from adventitious roots of papaya. Bot. Bull. Acad. Sin. 42:281-286.
- Zhang P. and J. P. Kaerlas. 2000. PIG-mediated cassava transformation using positive and negative selection. Plant Cell Rep. 19:1041-1048.

Transformation of Pigment Genes to Poinsettia

Tsui-Feng Li¹⁾ Chang-Sheng Wang²⁾ Chien-Young Chu³⁾

Key words : *Euphorbia pulcherrima*, Embryogenesis, *Agrobacterium tumefaciens*, Seed coat of soybean

Summary

Transformed poinsettia 'Nobel Star' and 'Peter Star-White' with *Agrobacterium tumefaciens* strain EHA105 carrying seed coats of soybean genes -flavonoid 3-hydroxylase (F3H) and flavonoid 3',5'-hydroxylase (F3',5'H) and anthocyanidin synthase (ANS) via embryogenesis. Antibiotic concentration of screening from 'Nobel Star' and 'Peter Star-White', regard 5 mg/l hygromycin as and screen the basis that adds antibiotic in culture medium. The timentin could be used to inhibit *Agrobacterium tumefaciens* growth and showed the lowest toxicity on stem, formation rate of callus that was relatively high and continued proliferation. It had 20.7% resistant shoots regenerated with stem in selection medium about 24 weeks. Putative transformants of poinsettia 'Nobel Star' verified by PCR analysis, to obtain 5 or 7 transgenic plants transformed with F3H or ANS gene and the transformation efficiency were 1.3% and 2.3%, respectively. Putative transformants of poinsettia 'Peter Star-White' were verified by PCR analysis, to obtain 5 or 7 transgenic plants by transformed with F3H and F3',5'H gene, and transformation efficiency were 6.3% and 7.7%, respectively.

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

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

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

電照週期與對文心蘭'Oower Ramsey'花序發育及品質之影響

林于倫¹⁾ 林瑞松²⁾

關鍵字：電照週期、文心蘭、品質

摘要：本試驗以目前台灣文心蘭主要切花品種 *Oncidium* 'Gower Ramsey' 為試驗材料，探討電照週期對文心蘭花序發育及品質之影響，以期調節文心蘭在非盛產期開花及提高花序之品質。選用 *Oncidium* 'Gower Ramsey' 約在出鞘期之植株進行不同電照週期處理，在抽出花莖長約 10~15 公分時，移至自然日長光照下繼續生長。文心蘭 *Oncidium* 'Gower Ramsey' 為相對性長日植物，因此以延長電照及暗期中斷處理的方式能達到長日的效果。在花序發育及品質方面，以 15 小時電照週期處理與暗期中斷處理，暗期中斷為白天 9 小時加晚上 11 點至翌日凌晨 1 點時點燈，其切花品質較佳；切花瓶插壽命則是以 15 小時電照週期處理為最長；而抽梗率則以 24 小時電照週期處理為最佳。以 15 小時電照週期處理與暗期中斷處理之植株乾鮮重較重，含水量則無明顯差異，而假球莖內的全可溶性糖含量則較其他處理組低，因為花序發育時，假球莖內的碳水化合物轉移到花序，以提供花序發育所需之養分。9 小時電照週期處理組與 12 小時電照週期處理組方面，因為其花序品質較差，消耗的養分較少，故其假球莖內的全可溶性糖含量較高。

前 言

目前台灣文心蘭產業以切花生產為主，盆花生產尚在發展中。切花品種以俗稱“南西” *Onc.* 'Gower Ramsey' 品種為主，是在 1977 年由 Koh Keng Hoe 以 *Onc.* 'Goldiana' × *Onc.* 'Guinea Gold' 交配而來。

1) 國立中興大學園藝學系研究生。

2) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

至 2007 年為止，國內文心蘭栽培面積有 190.62 公頃，主要的產地集中在中南部，包括台中、南投、嘉義、雲林和台南等地均有栽培，切花產量達 3992 萬枝，(農情報導資源網，http://210.69.71.26/afa/afa_frame.jsp)，台灣文心蘭的外銷數量與產值有逐年增多的趨勢，出口值突破 770 萬美元，主要的外銷國是日本跟美國，且佔有日本八成以上的文心蘭切花市場，中國大陸及加拿大等外銷市場也逐年開發中(2007 年農委會農糧署)。

文心蘭對溫度適應性大，栽培容易，在台灣各地均適宜栽植，由於產期集中，而無法維持售價，主要在每年 9~10 月，次要產期在 5~6 月，由於在盛產期常生產過剩，反之在冬季需求時產量不足，無法持續供應且常品質不佳(A 級品比例低)。蝴蝶蘭已知是用溫度來調節產期，因此，如果能夠找到調節文心蘭四季都能開花的關鍵因子，就能夠調節產業上文心蘭供需不平衡，進而調整售價，提高農民的收益。

本論文試驗，是以台灣產業中之文心蘭主要切花品種 *Onc.* 'Gower Ramsey' 為試驗材料，探討環境因子之日長之操控，對於花芽分化之可行性影響，及在不同電照週期及後續移置期處理下之文心蘭植株對花序發育與品質之影響。

材 料 與 方 法

一、試驗材料

文心蘭植株皆取自於台中縣后里鄉周子富先生的后里蘭園，為文心蘭切花品種 *Onc.* 'Gower Ramsey 427' (*Onc.* *Gower Ramsey* × *Onc.* *Burgettianum*)，取出瓶一年半的苗株，苗株狀態為帶有 2 個假球莖和 1 個新芽之植株，栽培方式則以碎石、木炭及樹皮等混合介質依 1:1:1 的方式，以 3 吋半的黑色塑膠硬盆栽植，每個星期施肥以 *peters*(20-20-20) 1000 ppm 澆施一次，約兩個月施一次奧妙肥 *Osmocote* (14-14-14)，其餘則依天候狀況用清水澆灌，病蟲害之管理以實際需要為之。

在網室栽植床上以防草席搭棚架進行隔離，栽植床架上架設植物燈及 100w 燈泡進行照明，而栽培床架 4 個角落之照明度約在 600 lux，栽培床架中間之照明度約略高於 1000 lux，在白天高溫時則利用栽植床架下放置的通風管進行吹風散熱。

二、試驗方法

選用 *Oncidium* 'Gower Ramsey' 出鞘期之植株進行電照試驗。試驗之植株以 6 種不同的電照週期處理後，在抽出花莖長約 10~15 公分時，移至自然日長光照下繼續生長。於花莖顯露後調查切花生長速率，每週記錄一次，於植株花序之開放度達 70% 之小花綻放時進行採收和調查工作，其花序與植株於 1 小時內運回實驗室，調查其花序品質、葉片之葉綠素含量、假球莖內之全可溶性糖與澱粉含量、假球莖乾鮮重、含水量及切花瓶插壽命。電照週期分為

(一)、6 小時電照週期處理組(9:00~15:00 時進行電照)。

- (二)、9 小時電照週期組理組(7:30~16:30 時進行電照)。
- (三)、12 小時電照週期處理組(6:00~18:00 時進行電照)。
- (四)、15 小時電照週期處理組(4:30~19:30 時進行電照)。
- (五)、24 小時電照週期處理組(全電照)。
- (六)、暗期中斷處理組(白天 9 小時加晚上 11 點至翌日凌晨 1 點時電照)。

一、分析方法

(一)、植株性狀調查

每週調查植株花莖長度，紀錄花莖發育時間，並於花莖採收後於 1 小時內運回實驗室進行分析調查，計算每支切花的分叉數、小花數及花莖長度，葉片與假球莖則於採收後秤重，洗淨烘乾後再秤乾重，計算假球莖之含水量，並進行植體分析。

(二)、碳水化合物分析

植物樣本先以自來水沖洗表面灰塵、雜質，再以 1% HCl 漂洗數秒，然後以去離子水快速沖洗三次，沖洗時間不超過一分鐘。表面洗淨後之材料以吸水紙拭乾，分別裝入牛皮紙袋中，先置於 100°C 烘箱中一個小時，再以 70°C 連續烘乾 48 小時以上，直到樣品乾重不再變化為止。烘乾之樣品利用磨粉機磨成粉後，將其裝入硫酸紙袋中保存，供以下測定使用。

精秤乾燥之樣品粉末 0.1 g，置於 15 × 125 mm 之試管中，加入 10 ml 去離子水，放置於水浴振盪機中以 30°C 振盪 3 小時，以後以離心機於 2500 rpm 以轉速在室溫下離心 30 分鐘，取上層澄清液測定全可溶性糖含量；而殘渣置於 80°C 之烘箱中烘乾 8 小時以上做澱粉分析之用。

(1)全可溶性糖(total soluble sugar；TSS)之測定

取 0.2 ml 之上述澄清液，加入 4.8 ml 去離子水稀釋並振盪均勻後，取該稀釋液 2 ml，加入 0.1 ml 石炭酸(liquid phenol)和 6 ml 濃硫酸後混合均勻，靜置 30 分鐘後以光電比色計(Hitachi, U-2001)測定其在 490 nm 之吸光值。標準曲線以 100 ppm 葡萄糖、去離子水、0.1 ml 石炭酸和 6 ml 濃硫酸配製。

(2)澱粉(starch)之測定

取前述烘乾之殘渣，加入 2 ml 去離子水後置於沸水中煮 15 分鐘後取出冷卻，加入 2 ml 之 9.2N HClO₄ 混合振盪均勻，其後 15 分鐘內不時攪拌，再加入 6 ml 去離子水混合均勻，以離子機於 2500 rpm 之轉速在室溫下離心 30 分鐘，取其上層澄清液 0.1 ml，加入 1.9 ml 去離子水、0.1 ml 石炭酸(liquid phenol)及 6 ml 濃硫酸振盪均勻，於靜置 30 分鐘後，以光電比色計(U-2001)測定其在 490 nm 之吸光值。標準曲線配置與測全可溶性糖之方法相同。

(三)、瓶插品質

花序品質調查以小花開放約 70%時為採收時期，採收後 1 小時內運回實驗室進行調查。將花莖之長度一律剪切成 90 cm 長後瓶插於蒸餾水中 100 ml 的量筒，置於實驗室內，室溫控制在 23±2°C，相對濕度約在 60~85%，光週期以人工控制在明/暗期為 12/12 小時，

光源為室內自然漫射光及切花上方之日光燈，光強度約在 $18 \mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ ，每日調查切花之鮮重變化、吸水變化、瓶插壽命長度及具觀賞價值花朵數之變化。

1. 鮮重變化

採收後首日鮮重為 100%，將每日鮮重換算出其相對鮮重，計算鮮重變化。

2. 吸水量之表示法

吸水量之表示法單位為 mg/g FW；吸水量之計算方式為：(前一日測得之水量－當日測得之水量)× 1000/當日切花鮮重。

3. 切花瓶插壽命

計算切花瓶插壽命長度，是以該花花序上開放小花朵數達 1/2 老化時作為判定切花瓶插壽命結束，切花瓶插壽命結束時亦為各項評估調查之終止。

結 果

本試驗是以 100 w 之燈泡與植物燈照明，栽培床架 4 個角落之照明度約在 600 lux，中間之照明度約在略高於 1000 lux，選用 *Oncidium* ‘Gower Ramsey’ 出鞘期之植株進行電照週期試驗。試驗之植株以 6 種不同電照週期處理後，在抽出花莖長約 10~15 公分時，移至自然日光下繼續生長。

在文心蘭 *Onc.* ‘Gower Ramsey’ 發育過程中，從花莖的每週生長量調查可知，不同電照週期下之各處理組，在花莖形成後移至自然光下生長之植株，不管是在絕對生長量或是相對生長量，各處理組間皆無明顯的差異，其花莖生長發育週期從花莖顯露後肉眼可辨識時開始計算，到於植株花序之開放度達 70% 之小花綻放時採收為止，其花莖生長週期約介於 17~19 週左右，而相對生長量會逐漸加快，在第 5~6 週左右達到最高峰，一週內花莖可增長將近 20 公分，但隨著花莖的持續生長，其每週生長量又會逐漸降低(圖 1、圖 2)。

在經不同電照週期處理後，在花莖形成後移至自然光下生長之植株，調查文心蘭 *Onc.* ‘Gower Ramsey’ 切花之抽梗率，以 24 小時電照週期處理組之植株，抽梗率可達 81.0% 為最高，但經 12 小時電照週期處理之植株，則僅有 31.3% 的抽梗率；而 6 小時與 9 小時電照週期處理之植株皆無抽梗現象，因此不與列入計算(表 1)。

將文心蘭 *Onc.* ‘Gower Ramsey’ 栽培於不同電照週期(6、12、15、24 和 9+2 小時)環境下，在花莖形成後移至自然光下生長，觀察花序發育與切花品質之影響，從花莖顯露到花序開放度達 70% 之小花朵綻放時，每週調查一次花莖生長量，觀察花序發育之情形，從表三中可得知，經不同電照週期處理之植株，在花莖長約 10~15 公分時移至自然光照環境下繼續生長，其花莖長度以 24 小時電照週期之植株為最長，可達 167.4 公分，電照 15 小時處理組為最短，約為 156.3 公分，不過各處理組間差距不大，均可達 155 公分以上(表 2)。

在文心蘭 *Onc.* ‘Gower Ramsey’ 切花分叉數的調查可得知，經不同電照週期處理後，

在花莖形成後移至自然光下生長之植株，以暗期中斷組其切花分叉數為最多，可達 10.2 又，經 12 小時電照週期處理之植株為最少，但皆可達 8 又以上(表 2)。

經不同電照週期處理後，在花莖形成後移至自然光下生長之植株，對於文心蘭 *Onc.* 'Gower Ramsey' 小花朵數目之調查，各處理組間之小花數以暗期中斷處理組為最多，可達 129.1 朵，且 15 小時與 24 小時電照週期處理組，其小花數也皆在 120 朵以上，12 小時電照週期處理組則僅只有 110.8 朵(表 2)。

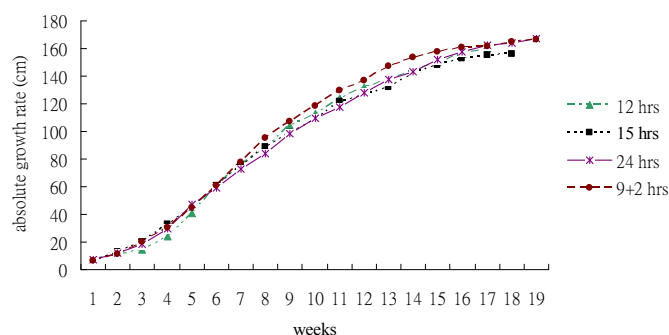


圖 1. 電照週期與後續花莖形成對文心蘭花莖絕對生長量之影響

Fig 1. Effect of light period and continual stage at primary flower stalk formation on absolute growth on cut *Oncidium*.

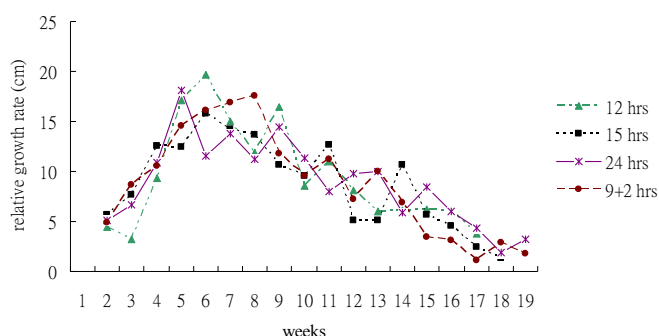


圖 2. 電照週期與後續花莖形成對文心蘭花莖相對生長量之影響

Fig 2. Effect of light period and continual stage at primary flower stalk formation on relative growth on cut *Oncidium*.

文心蘭 *Onc.* ‘Gower Ramsey’切花在採收後，花序品質調查以小花開放約 70%時為採收時期，採收後 1 小時內運回實驗室進行調查。將花莖之長度一律剪切成 90 cm 長後瓶插於蒸餾水中 100 ml 的量筒，置於實驗室內，室溫控制在 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度約在 60~85%，光週期以人工控制在明/暗期為 12/12 小時，光源為室內自然漫射光及切花上方之日光燈，光強度約在 $18\ \mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 。

調查切花瓶插壽命可得知，不同電照週期處理後，在花莖形成後移至自然光下生長之植株，其切花瓶插壽命在統計上無顯著差異，其切花瓶插壽命約在 8~10.3 天左右，但 15 小時、24 小時電照週期處理與暗期中斷處理組，其切花瓶插壽命皆可達 10 天以上(表 3)。

表 1. 電照週期與後續花莖形成對文心蘭抽梗率之影響

Table 1. Effect of light period and continual switch stage at primary flower stalk formation on flower stalk emergence rate on cut *Oncidium*.

light period (hours)	flower stalk emergence rate (%)
12	31.3
15	62.5
24	81.0
9+2 ^z	62.5

^z9+2 為 07:30~16:30 及 23:00~01:00 給予電照 9 小時及 2 小時。

表 2. 電照週期與後續花莖形成對文心蘭切花品質之影響

Table 2. Effect of light period and continual switch stage at primary flower stalk formation on cut *Oncidium* quality.

light period (hours)	Stalk length (cm)	Branch no.	Florets number
12	160.2 a ^y	8.1 a	110.8 a
15	156.3 a	9.8 a	126.5 a
24	167.4 a	9.1 a	122.9 a
9+2 ^z	166.3 a	10.2 a	129.1 a

^z9+2 為 07:30~16:30 及 23:00~01:00 給予電照 9 小時及 2 小時。

^yMeans in each column followed by the same letter were not significantly different ($P=0.05$) according to Duncan 's multiple range test.

表 3. 電照週期與後續花莖形成對文心蘭切花瓶插壽命之影響

Table 3. Effect of light period and continual switch stage at primary flower stalk formation on vase life on cut *Oncidium*.

light period (hours)	Vase life (days)
12	8.0 a ^y
15	10.3 a
24	10.2 a
9+2 ^z	10.1 a

^z9+2 為 07:30~16:30 及 23:00~01:00 給予電照 9 小時及 2 小時。

^yMeans in each column followed by the same letter were not significantly different ($P=0.05$) according to Duncan 's multiple range test.

在瓶插期間，文心蘭 *Onc.* 'Gower Ramsey'切花的鮮重變化於各處理組間均呈現先升後降的情形，於第二天開始其切花鮮重就會開始下降，以暗期中斷處理組其切花鮮重下降速率最為緩慢，12 小時電照週期處理組其切花鮮重下降速率最快，且約在第八天就無瓶插觀賞價值(圖 3)。

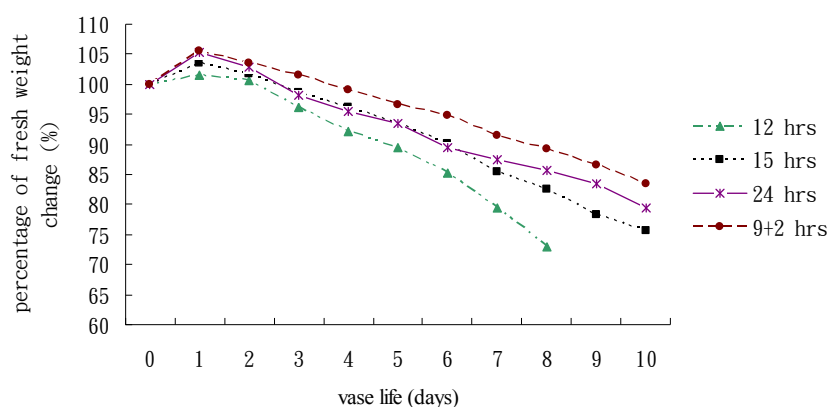


圖 3. 電照週期與後續花莖形成對文心蘭切花鮮重變化之影響

Fig 3. Effect of light period and continual stage at primary flower stalk formation on percentage of fresh weight change on cut *Oncidium*.

文心蘭 *Onc.* 'Gower Ramsey' 切花於瓶插期間，經不同電照週期處理後，在花莖形成後移至自然光下生長之植株，其切花吸水性會隨著瓶插天數的增加而逐漸的下降，第一天以後，其吸水性會快速下降，而大約至第三、四天後，則切花吸水性的下降會逐漸和緩，各處理組間差異不大(圖 4)。

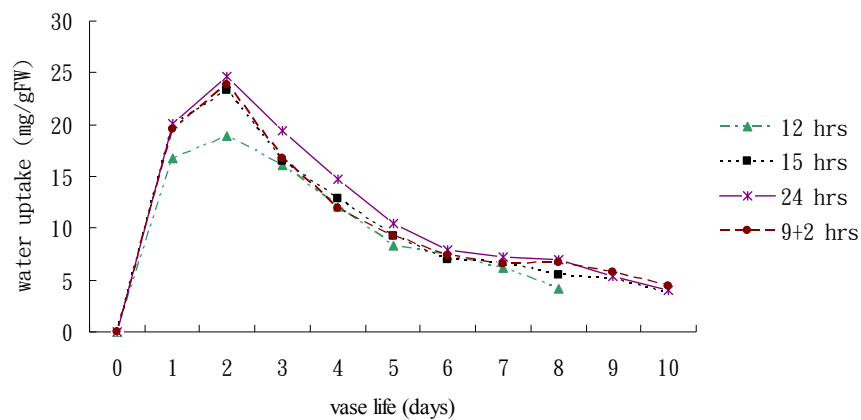


圖 4. 電照週期與後續花莖形成對文心蘭切花吸水量變化之影響

Fig 4. Effect of light period and continual stage at primary flower stalk formation on cutflower water uptake on cut *Oncidium*.

調查文心蘭 *Onc.* 'Gower Ramsey' 之乾鮮重與含水量可得知，經不同電照週期處理後，在花莖形成後移至自然光下生長，文心蘭葉片之鮮重約介於 10.31~12.63 g 之間，以 15 小時電照週期處理組與暗期中斷處理組為最高，約為 12.14 g 和 12.63 g，以 12 小時電照週期處理組為最低，約為 10.31 g，各處理組之間無顯著差異；而葉片的乾重以 15 小時電照週期處理組與暗期中斷處理組為最高，分別約為 1.97 g 和 1.95 g，以 12 小時電照週期處理組為最低，僅只有 1.29 g，各處理組間有顯著差異(圖 5)。

而調查文心蘭 *Onc.* 'Gower Ramsey' 假球莖之乾鮮重可得知，經不同電照週期處理後，在花莖形成後移至自然光下生長，假球莖的鮮重約介於 29.56~32.52 g 之間，以 15 小時電照週期處理組與暗期中斷處理組為最高，12 小時電照週期處理組為最低，且各處理組之間無顯著差異；而假球莖的乾重以 15 小時電照週期處理組與暗期中斷處理組為最高，分別約為 1.97 g 與 1.91 g，以 12 小時電照週期處理組為最低，約只有 1.73 g，各處理組間無顯著差異(圖 6)。

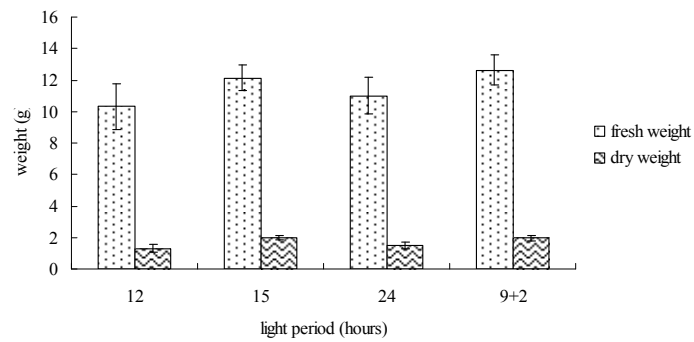


圖 5. 電照週期與後續花莖形成對文心蘭葉片乾鮮重之影響

Fig 5. Effect of light period and continual stage at primary flower stalk formation on leaf of fresh weight and dry weight on cut *Oncidium*.

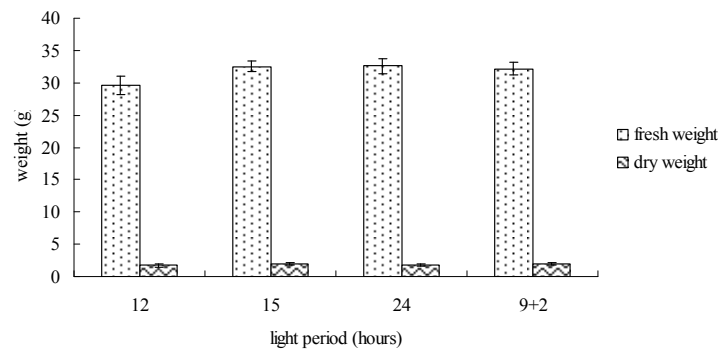


圖 6、電照週期與後續花莖形成對文心蘭假球莖乾鮮重之影響。

Fig 6. Effect of light period and continual stage at primary flower stalk formation on pseudobulb of fresh weight and dry weight on cut *Oncidium*.

經不同電照週期處理後，在花莖形成後移至自然光下生長，對文心蘭 *Onc.* ‘Gower Ramsey’含水量之影響，測量所得之結果，其各葉片的含水量約為 83.79~87.48%，而假球莖的含水量約為 93.94~94.44%，且各處理間並無顯著差異(圖 7)。

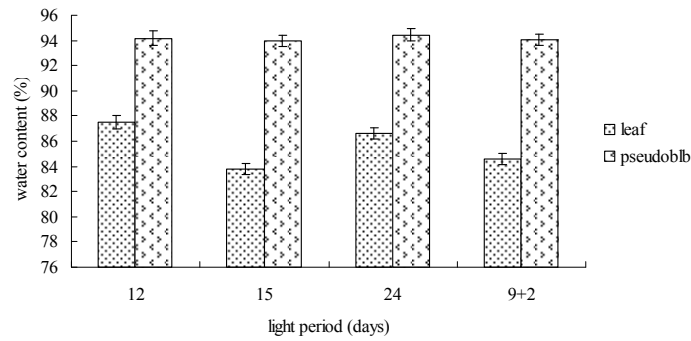


圖 7. 電照週期與後續花莖形成對文心蘭含水量之影響

Fig 7. Effect of light period and continual stage at primary flower stalk formation on water content on cut *Oncidium*.

經不同電照週期處理後，在花莖形成後移至自然光下生長，對文心蘭 *Onc.* ‘Gower Ramsey’ 全可溶性糖含量之影響，測量切花採收後之植株，其葉片全可溶性糖含量以 12 小時電照週期處理組為最高，約為 7.83%，以暗期中斷處理組為最低，僅只有 6.57%，各處理組間無顯著差異；在假球莖部份，全可溶性糖含量以 12 小時電照週期處理組為最高，約為 8.03%，以 15 小時電照週期處理組為最低，僅只有 6.12%，且各處理組間有顯著差異(圖 8、圖 9)。

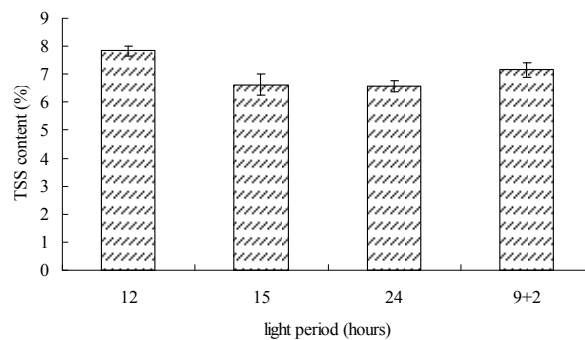


圖 8. 電照週期與後續花莖形成對文心蘭葉片內全可溶性糖含量之影響

Fig 8. Effect of light period and continual stage at primary flower stalk formation on leaf of total soluble sugar content on cut *Oncidium*.

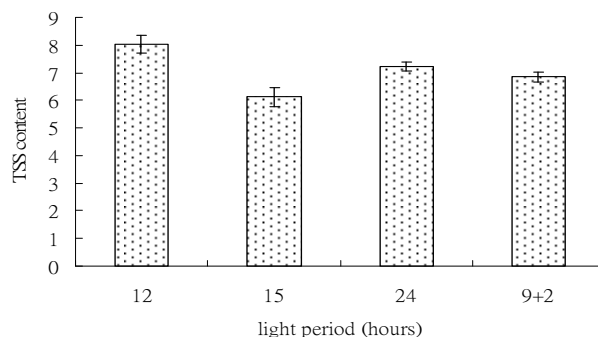


圖 9. 電照週期與後續花莖形成對文心蘭假球莖內全可溶性糖含量之影響

Fig 9. Effect of light period and continual stage at primary flower stalk formation on pseudobulb of total soluble sugar content on cut *Oncidium*.

經不同電照週期處理後，在花莖形成後移至自然光下生長，對文心蘭 *Onc.* ‘Gower Ramsey’澱粉含量之影響，測量切花採收後之植株，其葉片澱粉含量以 15 小時電照週期處理組為最高，約為 9.68%，以 12 小時電照週期處理組為最低，僅只有 4.57%，各處理組間有顯著差異；在假球莖部份，其澱粉含量以 24 小時電照週期處理組為最高，約為 17.55%，以 12 小時電照週期處理組為最低，僅只有 13.13%，且各處理組間有顯著差異(圖 10、圖 11)。

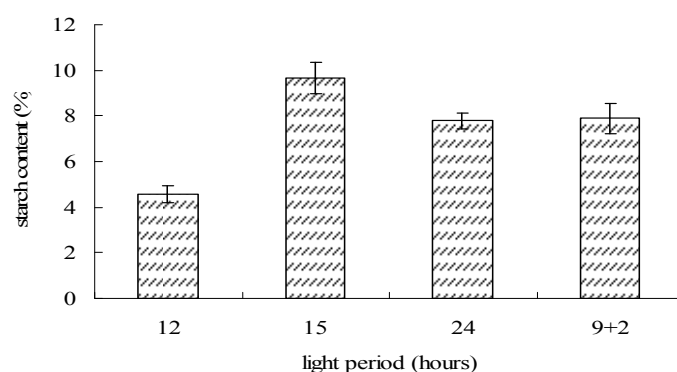


圖 10. 電照週期與後續花莖形成對文心蘭葉片內澱粉含量之影響。

Fig 10. Effect of light period and continual stage at primary flower stalk formation on leaf of starch content on cut *Oncidium*.

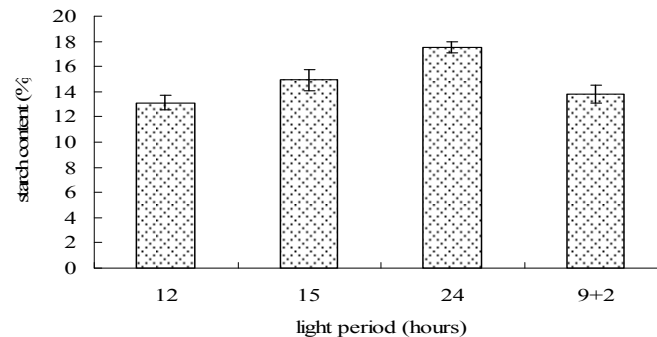


圖 11. 電照週期與後續花莖形成對文心蘭假球莖內澱粉含量之影響。

Fig 11. Effect of light period and continual stage at primary flower stalk formation on pseudobulb of starch content on cut *Oncidium*.

討 論

許多單莖軸之熱帶地生蘭，特別是 *Vanda-Arachnis tribe*，需要相當長時期的全日照才能開花，*Aranda* cv. *Wendy scort* 以 3 小時直射日照處理，只能維持其營養生長，一般需要 8 小時全日照才能形成花序，將接受 3 小時直射日照的蘭株植移至 8 小時日照 7~10 天後已有花芽形成。而本試驗 *Onc. 'Gower Ramsey'* 之植株其抽梗率在 24 小時電照週期處理下為最高，花莖形成後才移至自然光下生長之植株，其抽梗率更可高達 81%，但在 6 小時和 9 小時電照週期處理下完全不抽梗，其電照週期時數較短之處理組，其抽梗率較低可能也是因為電照時數不夠而僅能維持其營養生長。

比較所有處理組別之抽梗率，可發現電照時數越長，其抽梗率有較高現象，與徐(1997)以 *Onc. 'Gower Ramsey'* 為試驗材料，其抽梗率是以長日 16 小時和 24 小時處理下最高(100%)，而在 10 小時之短日處理下最低(50%)，其結果相類似，而田中(1981)等人的研究也指出，在長日環境下可促進花莖的出現，因為文心蘭 *Onc. 'Gower Ramsey'* 為相對性長日植物，所以延長電照能促進花莖的出現，提高抽梗率。

延長電照週期能提高文心蘭 *Onc. 'Gower Ramsey'* 花莖長度、小花枝數目與小花朵數目，並提高抽梗率之結果，與 1996 年 Gil and Zaidan 發表的文心蘭在短日(8 hours/day)處理會大量降低開花率及小花數，但隨著日長的增加，文心蘭之花梗出現率會提高，且也會提高花梗的長度、小花數及花序分枝數目，使得花朵品質提高，但是對於植株的營養生長沒有影響，其結果是相符合的。

切花瓶插後在花朵發育的最後階段，其典型的現象是在花瓣的碳水化合物消耗以及乾重產生明顯的下降(Halevy and Mayak, 1979)，此一典型的現象對切花而言，是由於缺乏延續生命生化合成所需的物質所導致，因此花瓣老化時鮮重會有下降的現象出現，在瓶插

期間，其切花的鮮重變化於各處理組間均呈現先升後降的情形，於第二天開始鮮重就會開始下降，且大約是以電照時數較短的處理組，其切花鮮重下降速率較快，其切花瓶插壽命也較短，而文心蘭切花於瓶插期間，其切花吸水性會隨著瓶插天數的增加而逐漸的下降，第一天以後，其吸水性會快速下降，而大約至第三、四天後，則切花吸水性的下降會較為和緩。

文心蘭的假球莖內部水分及養分的來源，是由葉片及根部所吸收、製造、運輸到假球莖內，而在文心蘭各部位中，也是以假球莖內所含的全可溶性糖與澱粉含量為最高(許, 2002)，且假球莖也是大部分著生蘭主要的養分貯藏器官(Gerhard, 1999；Hew and Yong, 1994；Ng and Hew, 2000；Sinclair, 1990；Stern and Morris, 1992；Zimmerman, 1990)。

給予 15 小時電照週期處理與暗期中斷環境下，文心蘭植株的生育狀況較其他處理組佳，其葉片的乾鮮重皆有增加，其葉片乾鮮重分別為 1.97 g/12.14 g 與 1.95 g/12.63 g，皆較其他處理組佳，假球莖之乾鮮重也有類似的情形，乾鮮重分別為 1.97 g/32.52 g 與 1.91 g/32.17 g，可能與葉片中葉綠素含量較高，能提供較多的全可溶性糖與澱粉有關。而各葉片與假球莖的含水量分別約為 83.79~87.48%及 93.94~94.44%，與一般文心蘭假球莖的含水量高達 94.5%，比葉片的含水量(約 84~86%)高出甚多(Dressler, 1990；Karasawa, 1989)之結果，其差異不大。

徐(1997)觀察生育階段之植株，其內部全可溶性糖含量中可看出，在營養生長期間，假球莖是主要的積貯(sink)，有較多的全可溶性糖轉運至此。在 15 小時電照週期處理與暗期中斷處理下，植株的發育狀況較佳，因此會造成文心蘭 *Onc. 'Gower Ramsey'* 花序的發育上有較多的分叉數和小花朵數，故需要較多的養分以供應其發育所需，所以在花序發育時，花序會扮演積貯(sink)的角色，而假球莖則轉變成為供源(source)，以提供養分來源(Wadasinghe and Hew, 1995)，此時假球莖內的碳水化合物會轉移到花序，以供應花序發育所需，因此假球莖內碳水化合物含量在開花時會急劇降低，且隨著花序之發育，假球莖會逐漸乾扁萎縮(徐, 1997；李, 1998)。經不同電照週期處理後，在花莖形成後移至自然光下生長之植株，因為其花序品質較一致，植株間個體差異也較小，所以在切花採收後之假球莖內的全可溶性糖含量差異較小。

在 15 小時電照週期處理與 24 小時電照週期處理環境下，假球莖內的澱粉含量有較多的現象，可能是較長電照週期下植株之葉片中有較高的葉綠素含量及較長的時間進行光合作用，可以合成較多的養分，葉片所製造的養分除了供應植株生長和花序發育所需之外，所合成之多餘的養分仍會送往假球莖中貯藏。

參考文獻

- 李孟惠。1998。溫度、光度及肥料濃度對文心蘭花序發育之影響。國立台灣大學園藝研究所碩士論文。
- 徐懷恩。1997。不同光照、氮源肥料及花梗修剪對文心蘭開花之影響。國立中興大學園藝研究所碩士論文。
- 許榮華、林瑞松。2004。鈣肥配合激動素噴施對‘Gower Ramsey’文心蘭植體成分及花序品質之影響。中國園藝。50(1)：31-42。
- 田中道男、山田真也、五井正憲。1981(昭和 56 年春)。オニシジウムの生長と開花(第 1 報) *Onc. Boissiensae* について。園學要旨。pp 366-367。
- Dressler, R. L. 1990. The orchids : natural history and classification. Harvard University Press paperback edition. U.S.A.
- Gerhard, Z. 1999. What are back shoots good for seasonal changes in mineral, carbohydrate and water content of different organs of the epiphytic orchid, *Dimerandra emarginata*. Ann. of Bot. 84: 791-798.
- Gil, V. L. and L. B. P. Zaidan. 1996. Flowering of *Oncidium flexuosum* under controlled day length conditions. The Orchid Review 140 : 186-188.
- Halevy, A. H. and S. Mayak. 1979. Senescence and postharvest physiology of cut flowers, Part 1. Hort. Rev. 1: 204-236.
- Hew, C. S. and J. W. H. Yong. 1994. Growth and photosynthesis of *Oncidium* ‘Goldiana’. J. Hort. Sci. 69(5) : 809-819.
- Karasawa, K. 1989. *Oncidium* and *Odontoglossums*. Orchid Atlas vol. 7 Published by Orchid Atlas publishing Society, Tokyo, Japan.
- Ng, C. K. Y. and C. S. Hew. 2000. Orchid pseudobulbs – ‘false’ bulbs with a genuine importance in orchid growth and survival. Sci. Hort. 83 : 165-172.
- Sinclair, R. 1990. Water relations of tropical epiphytes. III. Evidence for crassulacean acid metabolism. J. Exp. Bot. 35 : 1-7.
- Stern, N. L. and M. W. Morris. 1992. Vegetative anatomy of *Stanhopea* (Orchidaceae) with special reference to pseudobulb water-storage cells. Lindleyana 7: 34-53.
- Wadasinghe, G. and C. S. Hew. 1995. The importance of back shoots as a source of photoassimilates for growth and flower production in *Dendrobium* cv. Jashika Pink (Orchidaceae). J. Hort. Sci. 70(2): 207-214.
- Zimmerman, J. K. 1990. Role of pseudobulbs in growth and flowering of *Catasetum viridiflavum* (Orchidaceae). Amer. J. Bot. 77(4) : 533-542.

Effect of Light Period on Inflorescence Development and Quality of *Oncidium* 'Gower Ramsey'

Yu-Lun Lin¹⁾ Ruey-Song Lin²⁾

Key word : light period, *Oncidium*, quality

Summary

The effects of light period on inflorescence development and quality. The objectives were the regulation of flowering off-season and promotion of inflorescence quality. The initial unsheathing stage of *Oncidium* 'Gower Ramsey' were selected to treat different light period until flower stalk length was 10~15 cm, then move to nature light. *Oncidium* is non-obligate long day plants, thus extension of light period and night break could result in long day. Cut flower quality of *Oncidium* on 15 hrs light period and night break which meant lighting 9 hrs at day and 2 hrs at night was better. *Oncidium* cut flower on 15 hrs light period had longer vase life. However, flower stalk emergence rate of *Oncidium* on 24 hrs light period behaved better. *Oncidium* on 15 hrs light period and night break treatments exhibited heavier fresh and dry weights, lower total soluble sugar content in pseudobulb because nutrient translocated for inflorescence development, however water content was no significantly different. After treatment of 9 hrs and 12 hrs light period, the total soluble sugar content in pseudobulb of *Oncidium* was higher than other treatments because of consuming less nutrient due to poor inflorescence development transferred from pseudobulb and the quality of inflorescence also showed worse.

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

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

興大園藝

第三十三卷 第四期

柑橘果實之脫落	羅惠萍	1
採收後處理植物生長調節劑對台農 17 號 ‘金鑽’鳳梨果實黑心劣變發生之影響	蘇俊麟 陳京城	15
蒸熱殺蟲處理對鳳梨釋迦果實品質之影響	陳昆陽 謝慶昌	25
立體式栽培對改進甜椒生產模式之研究	方怡丹 宋 妤 張武男 曾夢蛟	35
利用形態性狀分析 butterhead 與 crisphead 萵苣遺傳歧異度	蔡宗育 宋 妤	49
報歲蘭品種之種子發芽	徐權君 張 正	63
Micropropagation of <i>Euphorbia milii</i> Desmoul via cyathium explants	Quan-Jun Shiu Chen Chang	75
個人背景對自然情境擔心和心理評價之影響	江彥政 歐聖榮 張俊彥	91
台灣鄉村地區景觀意象之探討	蔡淑美 歐聖榮	105

國立中興大學園藝學系

中華民國九十七年十二月編印

柑橘果實之脫落

羅惠萍¹⁾

關鍵字：柑橘、脫落、離層、老化、乙烯

摘要：脫落(abscission)是描述植物體器官自然脫離活母體的過程。生理脫落的發生過程主要分為3個階段，第1階段為stimulus stage: 包含有自然老化或外在因素產生，第2階段為signal stage: auxin 含量降低及乙烯產生，第3階段為response stage: 水解酵素 polygalacturonase 與 cellulase 之產生，最後造成離層產生導致脫落之發生。柑橘屬之果實有2個脫落區域(abscission zone)，在樹枝及果梗之間的脫落區域為AZ-P，另一個則接近花萼的脫落區域為AZ-C (abscission zone-calyx)。Clementine 柑為自交不親和，其落果率高；溫州蜜柑為自然單為結果，著果能力高。在細胞分裂的後期及細胞伸長的初期，溫州蜜柑果實內的GA類似物(GAs)及游離型IAA 含量較高，而結合型ABA 含量也較高。六月落果主要因碳水化合物的短缺產生訊號，此訊息觸發賀爾蒙一連串反應產生ABA、ACC及乙烯。auxin 及乙烯是控制果實脫落的主要賀爾蒙，乙烯誘導控制離層的基因表現，造成細胞壁水解酵素 cellulase 及 polygalacturonase 合成，由於酵素水解細胞壁，最後造成器官的脫落。

前言

一、生理脫落之定義

脫落(abscission)是描述植物體器官自然脫離活的母體之過程。在植物生長期間果實、花、莖、葉及不同的營養器官等可能在不同的生長時期產生脫落的現象(Osborne, 1989; Bleecker and Patterson, 1997; Brown, 1997; Bangerth, 2000; Patterson, 2001; Taylor and the Whitelaw, 2001; Roberts *et al.*, 2002; Drazeta *et al.*, 2004; Else *et al.*, 2004; Alferez *et al.*, 2005; Cin *et al.*, 2005)。

1) 國立中興大學園藝學系博士班學生

脫落的現象僅發生在一區域內稱為脫落區域(abscission zone)。植物體器官自然脫落的過程中，首先在脫落區域會發生一連串的生理和生物化學作用，導致撕裂線(一層特殊細胞，稱為離層)兩邊的少數幾排細胞之細胞壁產生分解，最後造成器官的脫落(Burns, 1997; Robers *et al.*, 2002)。

脫落的發生過程主要分為 3 個階段，第 1 階段為 stimulus stage: 包含有自然老化或外在因素產生的刺激作用，例如水分逆境、碳水化合物的短缺或生長調節劑之處理。第 2 階段為 signal stage: 包含有數種內在因素的特徵例如在脫落區域 auxin 含量降低及乙烯產生，第 3 階段為 response stage: 包含核柑酸及特別的蛋白質之合成，例如水解酵素包含有 polygalacturonase 或 cellulase 之產生，最後造成基因表現導致脫落之發生(Tucker *et al.*, 1988; Bonghi *et al.*, 1992; Brown, 1997; Burns, 1997; Burns *et al.*, 1998 Talon *et al.*, 1997; Bonghi *et al.*, 2000; Robers *et al.*, 2002)。

二、脫落之研究方法

在脫落的研究中，除了依據不同季節的各個時期，採用整體植株上的脫落器官作為材料外；也採用人工脫落方法，切掉不同的器官後會使其柄部發生脫落。用乙烯也能誘導脫落，現在大多用 1~50 $\mu\text{l/l}$ 的乙烯以誘導植物器官的脫落(Sexton and Roberts, 1982)。另一方面可採用離體誘導之方法，所用之培植體是包括離層的近軸端和遠軸端在內的小組織塊。將此小組織塊放入適當之環境中，就會誘導出離層。將葉柄培植體放置於無菌培養基上培養，用乙烯處理(Webster, 1973)；將葉之培植體培養於濕沙中，以 NAA 及 GA 處理(Moline *et al.*, 1972)；用瓊脂與水混合培養大豆花軸，且用加有不同成分的瓊脂處理離層的遠軸端和近軸端，以研究不同條件下對脫落之影響(Oberholster *et al.*, 1991)。

為統一研究的標準，是有必要對離層所處理的不同發育時期進行劃分，以整體植株為研究者多以生長月份為標準；而在人工誘導的脫落系統中，多數以對培植體誘導的時間長短作為標準。培植體在誘導前所處的狀態不同，故該種方法不利於準確地把握離層所處大小的時期。用彈簧秤對不同時期離層處的斷裂力大小(break-strength)進行測量，並根據所測得 BKs 之大小對脫落進行分期，將脫落的時間過程劃分為兩個時期，延遲期(lag phase)與分離期(separation phase)。在延遲期之 BKs 沒有清楚的下降或稍有下降；而在分離期之 BKs 則快速下降，離層細胞與相鄰細胞相比變得脆弱而易破裂，故此方法較能精確地確定離層所處之發育狀態(Campillo and Bennett, 1996)。

三、脫落區域之細胞學特徵

在脫落之前，脫落器官的基部會分化出脫落區域(abscission zone)，以後在脫落區域的範圍內進一步分化產生離層(separation layer)和保護層(protection layer)。脫落區域是由 5~50 個小細胞所組成之一個完整的貫穿整個脫落部位的細胞層。其細胞小但大小相近(Eversen and Page, 1993)；細胞質緻密、細胞間隙小，且含有大量的澱粉粒(Gilliland and

Bornman, 1976)並有高度分支的細胞連絲。

脫落產生時，細胞間的彼此分離並非都發生在整個脫落區域中，而是局限於遠軸端的一至數層細胞中，該數層細胞就稱之為離層。由電顯中觀察得知，離層細胞之液泡變小；細胞核變大、變長，並有明顯的核仁物質；多聚核糖體、高爾基體、粗面內質網(Jensen and Valdovinos, 1967)及粒線體明顯增多(Baird, 1984)；細胞膜凹陷之發生(Jensen and Valdovinos, 1967)。由其發育過程看，離層形成初期時細胞呈長形(Van-Doorn and Stead, 1997)、細胞內澱粉粒變少；後期細胞變短、澱粉粒增加(Gilliland and Bornman, 1976)，細胞質、液泡和細胞壁物質的體積增加。脫落前遠軸端的細胞內澱粉粒大量減少(Oberholster *et al.*, 1991)。有關澱粉粒的作用有兩種看法：一種是被認為澱粉粒為脫落提供能量(Sexton and Roerts, 1982)；另一種則是被認為澱粉粒溶解可降低細胞的溶質勢，進而使細胞壁的膨壓增大，故導致細胞膨脹，細胞間出現空腔(Mackenzie, 1979; Eversen and Page, 1993)。此為脫落提供一種內力(Oberholster *et al.*, 1991)，且可能有利於維管束的斷裂(Jensen and Valdovinos, 1967; Oberholster *et al.*, 1991)。緊接著離層下面會分化出保護層，其對於脫落後暴露出的表面則具有保護作用。但有些植物器官在脫落後並不形成保護層，如大豆複葉之脫落(Moline and Bostrack, 1972)。

四、不同的脫落區域

柑橘屬有 4 個脫落區域(abscission zone)，在葉片及果實分別有 2 個脫落區域。(1)葉片：在枝條及葉柄之間的脫落區域為 branch AZ，葉柄及葉片之間的脫落區域為 laminar AZ。(2)果實：在枝條及果梗之間的脫落為 AZ-P，另一個則接近花萼的脫落區域為 AZ-C(abscission zone-calyx) (Goren, 1993)。大部份柑橘屬於授粉後果實發育的前 8 週脫落產生於 AZ-P，過此時期則發生於 AZ-C，由 AZ-P 轉變到 AZ-C 約有 4 週的轉換期(Burns, 1997; Talon *et al.*, 1997)。當 AZ-A 喪失產生脫落的功能時，觀察此區域的解剖面，發現約 80-100 層小而叢生的冠狀薄壁細胞所組成；此時 AZ-A 以乙烯處理時在近側末端的區域會有細胞分裂、細胞壁變厚及細胞伸長的現象，但不會產生脫落。在脫落的過程，細胞的解剖特徵為，脫落區域的細胞如皮層細胞內外出現澱粉粒，而細胞壁的中膠層及細胞壁合成物產生水解作用，促使細胞壁變厚及體積增大，接著細胞壁降解之後，並在脫落區域產生撕裂線，最後導致器官的脫落(Goren, 1993; Talon *et al.*, 1997)。

發育誘導落果之訊號

一、老化現象

溫州蜜柑及 Clementine 柑兩種為無種子的寬皮柑，溫州蜜柑為自然單為結果，Clementine 柑為自交不親和，自然著果能力低，常須雜交授粉才能著果。此兩者有 2 個落

果高峰，第 1 個發生在授粉後至花瓣掉落之間，第二個發生在授粉後約 4 週，Clementine 柑著果率僅只 3%，而溫州蜜柑有 23%(Pozo, 2001)。該兩種寬皮柑在果實早期發育階段有內生 GA 類似物質(GAs)、游離型及結合型的 IAA 及 IBA 的存在，例如在溫州蜜柑比 Clementine 含有較高量的 GA 類似物質及 GA₃。在 Clementine 柑的幼果中游離型的 ABA 含量高。當 GAs 含量低及游離型的 ABA 高，造成低單為結果能力低，顯示賀爾蒙型態會影響著果情形(Talon *et al.*, 1990; Zacarias *et al.*, 1995)。在細胞分裂的後期及細胞伸長的初期造成此兩種結果率低的原因為 GAs 含量低，形成結合型 ABA 的能力低，但形成結合型 IAA 的能力高。當柑橘果實內累積較高游離型的 ABA 會降低果實生長及果實老化的現象，促使脫落區域形成離層，造成果實脫落(Ben-Cheikh *et al.*, 1997)。柑橘果實於授粉後 2 週以 1μg/l GA₃ 處理，結果果實內 ABA 的含量比無處理者低，有處理者果重及果徑明顯增加，其落果率約 6 %；而無處理者果實出現老化現象，因此造成較高落果率達 38%(Zacarias *et al.*, 1995)。柑橘果實內 ABA 及 GAs 的平衡可調節果實之發育及落果率的高低(Talon *et al.*, 1997)。「Marshall」無子葡萄柚授粉後 20 天，在老化果實(weak fruit)的 AZ-C 會累積較高的 ABA 及 ABA 類似物質，促使果實早期階段的落果率高，而無老化果實(firm fruit)的 AZ-C 會累積較高的 GA 類似物質，促進果實早期發育(Pozo, 2001)。依據文獻的顯示 GA 刺激單為結果，促進種子的物質能轉移至果實中，而乙烯主要的角色是促進果實的脫落(Goren, 1993)。逆境的刺激會促 ABA 的累積，且 ABA 會調節 ACC 及乙烯合成之變化(Gómez-Cadenas *et al.*, 2000)。

二、碳水化合物的短缺

柑橘的著果數量是限制產量原因之一，而果實最終的採收數量通常少於開花數量的 5 %。落果主要發生於授粉後或細胞分裂之前期及後期。落果為樹體自我調節承載的代謝機制。柑橘葉片的存在會促進著果率，帶葉花序比無帶葉花序落果率低(Ruiz *et al.*, 2001)。帶葉花序通常提供光和成產物，利用 source-sink 的試驗方式，例如落葉處理、環刻及遮蔭等可以證實。落葉處理促使果實發育前期的落果更加嚴重(Mehouachi *et al.*, 1995)。溫州蜜柑，授粉時去除老葉或新葉，促使果實發育前期(細胞分裂期)的落果率達 60 % 以上(Mehouachi *et al.*, 2000)。在六月落果時(細胞分裂後期)，果實內蔗糖含量低，無帶葉花序於授粉後 21 天，果實中蔗糖濃度低，而六碳糖濃度高，此時落果率高；在幼果發育期間降低蔗糖/六碳糖之比率，會提高落果率(Ruiz *et al.*, 2001)。

生理落果是一般認為樹體之自我調節機制，其是為了避免植物體過多負荷，而可能導致果實在後面之發育階段，有養分缺乏現象之發生(Bangerth, 2000)。其主要是因碳水化合物的短缺而產生訊號，此訊息觸發荷爾蒙一連串反應產生 ABA(abscisic acid)、ACC(1-aminocyclo-propane-1-carboxylic acid)及乙烯(Goren, 1993 ; Gómez-Cadenas *et al.*, 2000)。「Clausellina」及「Okitsu」寬皮柑，落葉處理減少果實中可溶性糖達 98 %，但卻明顯提高果實中 ABA 及 ACC 含量(Gómez-Cadenas *et al.*, 2000)。在碳水化合物的短缺之下 ABA

可能扮演訊息的角色，調節 ACC 及乙烯的生合成(Goren, 1993)。在自然狀態下光合成產物缺乏時，誘導 ABA 及 ACC 的合成，促使落果之發生為樹體自我調整承載能力的機制(Ruiz *et al.*, 2001)。在華盛頓臍幼果的脫落與碳水化合物有關。當葉片中蔗糖含量低時，促使提供果實發育的碳水化合物供應產生限制及競爭作用，導致落果之發生。'華盛頓'臍橙幼果期碳水化合物供應的限制，可能因果皮中自由糖含量的降低，引發落果的信號(Ruiz *et al.*, 2001)。

荷爾蒙之影響

與脫落有關之植物生長調節劑，被接受的主要為乙烯及 auxin 兩者(Uheda and Nakamura, 2000; Dhanalakshmi *et al.*, 2003; Cin *et al.*, 2005)。在植物器官生長、發育與活動旺盛期間，IAA 在其中合成，並不斷向下運輸。而當器官衰老，其合成 IAA 之能力降低，故使得本身 IAA 含量降低而脫落。在開始老化的植物中，葉片中 IAA 的濃度會因葉片在莖上的位置而有顯著差異。由莖上部起向下逐漸減少，而落葉自下部開始逐漸向上進行。在花及果實的脫落過程中，IAA 具有與葉片相似之調節作用；未授粉的花，被蟲咬去種子的果實，都因不能合成 IAA 而脫落，施用生長素能延緩脫落(Brown, 1997)。故可知器官內之 IAA 的含量與脫落的相關性。當遠軸端之 IAA 濃度高於近軸端時，則會抑制脫落；反之，在近軸端之 IAA 濃度高於遠軸端時，則會降低抑制脫落作用，由此說明離層是對於 IAA 之相對濃度梯度敏感，而不是絕對含量敏感(Addicott, 1982)。

當果實脫落區域或果皮含高濃度 IAA 及低濃度 ABA 或其比率高時，此時脫落區域對於促進果實脫落的藥劑反應是不敏感。在 Florida 大部份晚倫西亞果實成熟在 4 月初及 7 月之間，在 2-4 月之間噴施脫落的藥劑可以減輕機械採收的拉扯力量，但當果實 IAA 及 ABA 比率高時，果實脫落區域對於脫落劑並不敏感(Yuan *et al.*, 2001)。成熟的果實脫落部位只發生於 AZ-P，而果實的脫落是與植體內生的賀爾蒙有關，在離層區域內生有效的 auxin 必須降低到一定的門檻，才會促進果實脫落，內生的 IAA 及乙烯是控制果實脫落的主要賀爾蒙(Okuda and Hirabayashi, 1998)。噴施 2,4 dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)可減少採收前的落果(Anthony and Coggins, 1999)。auxin 梯度的改變時，促使脫落區域對於乙烯的作用更敏感，只要低濃度的乙烯即可促使水解酵素的產生，因而加速果實之脫落(Goren, 1993)。果實落果過程，IAA 分配會發生改變，當 TIBA(auxin 轉移抑制物)施用於 peduncle 會加速果實的落果(Okuda and Hirabayashi, 1998)。乙烯是參與脫落的過程的關鍵物質，乙烯藉由增加 cellulase 活性導致細胞壁崩解作用。乙烯促使 auxin 的分解作用，導致游離型的 auxin 減少，結合型的 auxin 增加，並且降低游離型的 auxin 轉移至脫落的區域，因而促進果實的脫落。

茉莉酮酸(JA, jasmonate)已被確定是一種新型的植物荷爾蒙，其參與數種植物之生理

過程，特別是對逆境之反應、老化及葉片之脫落(Gross and Parthier, 1994)。茉莉酮酸甲脂(MJ, methyl-jasmonate)在脫落過程中，會影響脫落區域中的多醣體之代謝(Ueda *et al.*, 1996)、降低細胞壁之機械性(Miyamoto *et al.*, 1997)。柑橘田間使用 MJ，在 10 mM/L 以下，其能引起果實脫落且無生理毒害，但若超過此濃度則會引起葉片脫落(Hartmond *et al.*, 2000)。*'Golen Delicious'* 用 BA 及 NAA 處理後有明顯之落果現象(Buban, 2000; Cin *et al.*, 2007)，其落果率分別是 90%及 82%。*'Red Delicious'* 用 BA 處理則是 86%落果率，比自然落果 90%稍微降低一些(Cin *et al.*, 2007))。與對照組相比較，施用 BA 與 NAA 並不影響落果之果實大小及繼續生長果實之生長速率(Cin *et al.*, 2007)。施用 BA 後明顯增加中央部位枝條直徑，同時也增加側枝的數量及長度，故推論 BA 刺激落果之原因是枝條與果實彼此競爭，增加代謝庫之能力(Cin *et al.*, 2007)。

基因之表現

脫落是一種典型的信號傳遞、放大作用過程，從乙烯的處理到組織的分離，不僅存在由離層外向離層的信號傳遞，還存在離層部位不同類型組織、細胞之間的信號傳遞。PG (polygalacturonase)基因表達可能與脫落的信號傳遞有關，脫落的信號首先被維管束中的某標靶細胞感受，標靶細胞引起包括 TAPG4 基因表達等過程的脫落程式，但維管束的標靶細胞的準確定位及脫落區域次及信號的作用則還需要進一步驗證(Thompson *et al.*, 1994; Hong *et al.*, 2000)。

乙烯能加速植物器官的脫落，其主要在組織開始老化時發揮作用且能刺激酶大量的合成，使細胞壁鬆弛導致細胞膨大變圓(Webster and Leopold, 1972)。在老葉中有乙烯的大量產生並促進脫落的發生。乙烯能誘導 cellulase 和 polygalacturonase 之活性增加(Turker *et al.*, 1988; Aurelio *et al.*, 1996; Brown, 1997; Kazokas and Burns, 1998)。與脫落有關之 BAC 基因(bean abscission cellulose)已被分離出且對其進行序列分析，得知該基因編碼 PI9.5 之 cellulase。其啟動子對乙烯和 IAA 有特異之敏感性，用外源乙烯處理能促進其基因的表現(Kochler *et al.*, 1996)。

茉莉酮酸(JA)對於脫落也有促進作用，它能促進 BAC 基因之表達，增加其 mRNA 的含量，且不依賴於乙烯的存在，而作用方式與乙烯相似(Hall and Horton, 1994; Miyamoto *et al.*, 1997)。乙烯會改變 IAA 正常的代謝途徑，並且分解 IAA 後形成 glucose 1-0-(indole-3-carboxyl)- β -D-Glucose (ICALu;結合型 IAA) (Goren, 1993)。將 ABA 噴施於晚倫西亞脫落區域，可促進 cellulase (endo-1,4- β -glucanase)活性提高，導致脫落作用(Talon *et al.*, 1997)。在脫落區域 cellulase 及 polygalacturonase 的基因表現，促進此 2 種水解酵素合成，導致細胞壁的降解，最後產生脫落。

細胞壁水解酵素 cellulase 及 polygalacturonase 基因表現與柑桔及桃果實脫落有關

(Bonghi *et al.*, 1992; Burns *et al.*, 1998)。其在果實脫落過程中扮演重要角色，由於脫落區域水解酵素之作用並拆開細胞壁的多醣類，故造成脫落線上產生撕裂作用，最後導致器官的脫落(Zhong *et al.*, 2001; Wu and Burns, 2003)。晚侖西亞以用乙烯處理花萼的脫落區域，處理 6 小時至 24 小時之間 cellulase 基因及活性明顯表現。臍橙及葡萄柚採收前噴施 2,4-D 可明顯降低採收前的落果(Burns *et al.*, 1998)。晚侖西亞採收前 6 週全園噴施 2,4-D(18mg/L) 者比無未噴施者落果率低，且噴施者之脫落區域 cellulase 活性低於未噴施者(Anthony and Coggins, 1999)。晚侖西亞成熟及非成熟果實的脫落區域以乙烯處理，造成 cellulase 基因 Cel-bl 及 Cle-al 的明顯表現(Kazokas and Burns, 1998)。MdACO1 基因表現已經被證明與脫落有關(Cin *et al.*, 2005)。cytokinin 是扮演促進生長及細胞分裂之角色，其可能增加 ACS 基因之轉錄及穩定性，或是降低 ACO 基因之轉錄量(Brenner *et al.*, 2005)。而在側枝上用 BA 處理果實，則可發現延遲 MdACO1 之上游調節，故可知施用 BA 幾小時後可降低其轉錄量(Cin *et al.*, 2007)。

在植物組織發育改變過程中， β -galactosidase 活性及基因表現已被廣泛測得，如種子(Buckeridge and Reid, 1994; Sekimata *et al.*, 1989)、幼苗(Esteban *et al.*, 2003; Li *et al.*, 2001)、果實(Ali *et al.*, 1995; Carey *et al.*, 1995; De Veau *et al.*, 1993; Kang *et al.*, 1994; Ross *et al.*, 1994; Smith and Gross, 2000; Smith *et al.*, 2002; Tateishi *et al.*, 2001, 2002; Trainotti *et al.*, 2001)。Wu 及 Burns(2004)施用 CMN-pyrazole 及 ethephon 於晚侖西亞後 48 小時，成熟果實脫落區域皆有 β -galactosidase mRNA 表現，但只有 ethephon 是表現在葉片脫落區域上。除此之外， β -galactosidase mRNA 還表現於雄蕊、完全開放之花瓣及小果上。故推測 β -galactosidase 可能不但在脫落過程中，同時也在花朵及小果之早期發育過程中扮演角色。

結 論

綜合上述柑橘果實的脫落，首先是在脫落區域同時接受到一個或多個型態的訊號，當接受訊號時會誘導賀爾蒙的產生及變化，例如，IAA 型態的改變及梯度的變化，ABA 及 ACC 的產生，進而促使乙烯的合成。

Auxin 及乙烯是調控脫落區域基因表現與否的主要因子。乙烯是參與脫落的過程的關鍵物質，乙烯藉由增加 cellulase 活性導致細胞壁崩解作用。乙烯促使 auxin 的分解作用，導致游離型的 auxin 減少，結合型的 auxin 增加，並且降低游離型的 auxin 轉移至脫落的區域，因而促進果實的脫落。相對地，當 auxin 降低至一定門檻或轉變為不活化的結合型態時，乙烯就會促使脫落基因的表現，在基因表現時會產生水解酵素如 cellulase 及 polygalacturonase，而此 2 種酵素會將細胞壁水解，當水解之後會形成撕裂線，導致果實脫落(González-Carranza *et al.*, 1998)。

除乙烯及 auxin 之外，茉莉酮酸(JA)對於脫落也有促進作用，FU6 能促進 BAC 基因之

表達，增加其 mRNA 的含量，且不依賴於乙烯的存在，其作用方式與乙烯相似。而在柑桔採收時，可利用茉莉酮酸甲脂(MJ)在 10 mM/l 以下，其能引起果實脫落且無生理毒害，以節省採收時間及人力。相反地，若使用 BA 處理果實，則可發現延遲 *MdACO1* 之上游基因調節，故可知施用 BA 數小時後可降低其轉錄量，進而延緩脫落之時間。

參 考 文 獻

- Addicott, F. T. 1982. Abscission, Berkeley. Los Angeles. London. University of California Press. pp113-115.
- Alferez, F., S. Singh, A. L. Umbach, B. Hockema, and J. Burns. 2005. Citrus abscission and *Arabidopsis* plant decline in response to 5-chloro-3-methyl-4-nitro-1H-pyrazole are mediated by lipid signaling. *Plant Cell and Env.* 28: 1436–1449.
- Ali, Z. M., S. Armugam, and H. Lazan. 1995. β -galactosidase and its significance in ripening mango fruit. *Phytochem.* 38: 1109–1114.
- Anthony, M. F. and C. W. Coggins. 1999. The efficacy of five form of 2,4-D in controlling preharvest fruit drop in citrus. *Sci. Hort.* 81: 267-277.
- Baird, L. M., M. S. Reid, and B. D. Webster. 1984. Anatomical and physiological effects of silver thiosulfate on ethylene-induced abscission in *Coleus*. *J. Plant Growth Regul.* 3: 217–225.
- Bangerth, F. 2000. Abscission and thinning of young fruit and their regulation by plant hormones and bioregulators. *Plant Growth Regul.* 31: 43–59.
- Ben-cheikh, W., J. Perez-Botella, F. R. Tadeo, M. Talon, and E. Prmo-Mill. 1997. Pollination increases gibberellin levels in developing ovaries of seeded varieties of Citrus. *Plant Physiol.* 114: 557-564.
- Bleecker, A. B. and S. E. Patterson. 1997. Last exit: senescence, abscission, and meristem arrest in *Arabidopsis*. *Plant Cell.* 9: 1169–1179.
- Bonghi, C., N. Rascio, A. Ramina, and G. Casadoro. 1992. Cellulase and polygalacturonase involvement in the abscission of leaf and fruit explants of peach. *Plant Mol. Bio.* 20: 839–848.
- Bonghi, C., P. Tonutti, and A. Ramina. 2000. Biochemical and molecular aspects of fruitlet abscission. *Plant Growth Regul.* 31: 35–42.
- Brenner, W. G., G. A. Romanov, I. Kollmer, L. Burkle, and T. Schmulling. 2005. Immediate-early and delayed cytokinin response genes of *Arabidopsis thaliana* identified by genome-wide expression profiling reveal novel cytokinin-sensitive processes and suggest

- cytokinin action through transcriptional cascades. *Plant J.* 44: 314–333
- Brown, K. M. 1997. Ethylene and abscission. *Physiol. Plant.* 100(3): 567-576.
- Buban, T. 2000. The use of benzyladenine in orchard fruit growing: a mini review. *Plant Growth Regul.* 32: 381–390.
- Buckeridge, M. S. and J. S. Reid. 1994. Purification and properties of a novel β -galactosidase or exo- β -(1,4)-galactanase from the cotyledons of germinated *Lupinus angustifolius* L. seeds. *Planta.* 192: 502–511
- Burns J. K. 1997. Citrus fruit abscission. Citrus Research and Education Center.
- Burns, J. K., D. J. Lewandowski, C. J. Nairn, and G. E. Brown. 1998. Endo-1,4- β -glucanase gene expression and cell wall hydrolase activities during abscission in Valencia orange. *Physiol. Plant.* 102: 217-225.
- Campillo, E. D. and A. B. Bennett. 1996. Pedicel breakstrength and cellulase gene expression during tomato flower abscission. *Plant Physiol.* 111: 813-820.
- Carey, A. T., K. Holt, S. Picard, R. Wilde, G. A. Tucker, C. R. Bird, W. Schuch, and G. B. Seymour. 1995. Tomato exo-(1,4)- β -D-galactosidase. Isolation, changes during ripening in normal and mutant tomato fruit, and characterization of a related cDNA clone. *Plant Physiol.* 108: 1099–1107.
- Cin, V. D., A. Boschetti, A. Dorigoni, and A. Ramina. 2007. Benzylaminopurine application on two different apple cultivars (*Malus domestica*) displays new and unexpected fruitlet abscission features. *Ann. Bot.* 99(6): 1195-1202.
- Cin, V. D., M. Danesin, A. Boschetti, A. Dorigoni, and A. Ramina. 2005. Ethylene biosynthesis and perception in apple fruitlet abscission (*Malus domestica* L. Borkh). *J. Exp. Bot.* 56: 2995–3005.
- Dhanalakshmi, R., T. G. Prasad, and M. Udayakamur. 2003. Is auxin a diffusible signal mediating abscission of recessive sinks? *Plant Sci.* 164: 689–696.
- Drazeta, L., A. Lang, C. Cappellini, A. J. Hall, R. K. Volz, and P. Jameson. 2004. Vessel differentiation in the pedicel of apple and the effects of auxin transport inhibition. *Physiol. Plant.* 120: 162–170.
- Else, M.A., A. P. Stankiewicz-Davies, C. M. Crisp, and C. Atkinson. 2004. The role of polar auxin transport through pedicels of *Prunus avium* L. in relation to fruit development and retention. *J. Exp. Bot.* 55: 2099–2109.
- Esteban, R., B. Dopico, F. J. Muñoz, S. Romo, I. Martín, and E. Labrador. 2003. Cloning of a *Cicer arietinum* β -galactosidase with pectin-degrading function. *Plant Cell Physiol.* 44: 718–725.
- Eversen, K. B. and A. M. Page. 1993. Anatomy of ethylene-induced petal abscission in

- Pelargonium*×*Hortorum*. Ann. Bot. 71: 559-566.
- Gilliland, M. G. and C. H. Bornman. 1976. Ultrastructure and acid phosphate in pedicel abscission of *Hibiscus*. Amer. J. Bot. 63: 925-935.
- Gómez-Cadenas, A., F. R. Tadeo, M. Talon, and E. Primo-Millo. 1996. Leaf abscission induced by ethylene in water-stressed intact seedlings of cleopatra mandarin requires previous abscisic acid accumulation in roots. Plant Physiol. 112: 401-408.
- Gómez-Cadenas, A., J. Mehouchi, F. R. Tadeo, E. Primo-Millo, and M. Talon. 2000. Hormonal regulation of fruitlet abscission induced by carbohydrate storage in citrus. Planta 210(4): 636-643.
- González-Carranza, Z. H., E. Lozoya-Gloria, and J. A. Rober. 1998. Recent developments in abscission: shedding light on the shedding process. Trends Plant Sci. 3: 10-14.
- Goren, H. 1993. Anatomical, physiological, and hormonal aspects of abscission in citrus. Hort. Rev. 15: 33-46.
- Gross, D. and B. Parthier. 1994. Novel natural substances acting in plant growth regulation. J. Plant Growth Regul. 13(2): 93-114.
- Hall, S. J. and R. F. Horton. 1994. Methyl jasmonate and bean leaf abscission. Plant Growth Regul. 14(3): 187-192.
- Hartmond, U., R. Yuan, J. K. Burns, A. Grant, and W. J. Kender. 2000. Citrus fruit abscission induced by methyl-jasmonate. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125(5): 547-552.
- Hong, S.B., R. Sexton, and M. L. Tucker. 2000. Analysis of gene promoters for two tomato polygalacturonases expressed in abscission zones and the stigma. Plant Physiol. 123: 869-882.
- Jensen, T. E. and J. G. Valdovinos. 1967. Fine structure of abscission zones. III. Cytoplasmic changes in abscising pedicels of tobacco and tomato flowers. Planta. 77: 298-318.
- Kang, I. K., S. G. Suh, K. C. Gross, and J. K. Byun. 1994. N-terminal amino acid sequence of persimmon fruit β -galactosidase. Plant Physiol. 105: 975-979.
- Kazokas, W. C. and J. K. Burns. 1998. Cellulase activity and gene expression in citrus fruit abscission zones during and after ethylene treatment. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123: 781-786.
- Li, S. C., J. W. Han, K. C. Chen, and C. S. Chen. 2001. Purification and characterization of isoforms of β -galactosidases in mung bean seedlings. Phytochem. 57: 349-359.
- Mackenzie, K. A. D. 1979. The structure of the fruit of the red raspberry (*Rubus idaeus* L.) in relation to abscission. Ann. Bot. 43: 355-362.
- Mehouchi, J., D. J. Iglesias, F. R. Tadeo, M. Agusti, E. Primo-Millo, and M. Talon. 2000. The role of leaves in citrus fruitlet abscission: Effects on endogenous gibberellin levels and carbohydrate content. J. Hort. Sci. Biotech. 75(1): 79-85.

- Mehouachi, J., D. Serna, S. Zaragoza, M. Agusti., M. Talon, and Primo-Millo. 1995. Defoliation increases fruit abscission and reduces carbohydrate levels in developing fruit and woody tissue of *Citrus unshiu*. *Plant Sci.* 107: 189-197.
- Miyamoto, K., M. Oka, and J. Ueda. 1997. Update on the possible mode of action of the jasmonates: Focus on the metabolism of cell wall polysaccharides in relation to growth and development. *Physiol. Plant.* 100(3): 631-638.
- Moline, H. E., C. E. Lamotte, C. Gochbauer, and A. Mchamer. 1972. Further comparative studies of pectin esterase in relation to leaf and flower abscission. *Plant Physiol.* 50: 655-659
- Oberholster, S. D., C. M. Peterson, and R. R. Dute. 1991. Pedicel abscission of soybean: cytological and ultrastructural changes induced by auxin and ethephon. *Can. J. Bot.* 69: 2177-2186
- Okuda, H. 1999. An increase in citrus fruit (Kiyomi tangor) abscission induced by ABA is accompanied by an IAA increase in the abscission zone and ethylene production. *Hort. Sci. Biotech.* 74(4): 422-425.
- Okuda, H. and T. Hirabayashi. 1998. Effect of IAA gradient between the peduncle and branch on physiological drop of citrus fruit (Kiyomi tangor). *J. Hort. Sci. Biotech.* 73(5): 618-621.
- Osborne, D. J. 1989. Abscission. *Crit. Rev. Plant Sci.* 8: 103-129.
- Patterson, S. E. 2001. Cutting loose. Abscission and dehiscence in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* 126: 494-500.
- Pozo, L. V. 2001. Endogenous hormonal status in citrus flowers and fruitlets: relationship with postbloom fruit drop. *Sci. Hort.* 91(4): 251-260.
- Roberts, J. A., K. A. Elliott, and Z. H. Gonzales-Carranza. 2002. Abscission, dehiscence, and other cell separation processes. *Ann. Rev. Plant Bio.* 53: 131-158.
- Ross, G.S., T. Wagrzyn, E. A. MacRae, and R. J. Redgwell. 1994. Apple β -galactosidase: activity against cell wall polysaccharides and characterization of a related cDNA clone. *Plant Physiol.* 106: 521-528.
- Ruiz, R., A. Garcia-Luis, C. Monerri, and J. L. Guardiola. 2001. Carbohydrate availability in relation to fruitlet abscission in citrus. *Ann. Bot.* 87(6): 805-812.
- Sekimata, M., K. Ogura, Y. Tsumuraya, Y. Hasimoto, and S. Yamamoto. 1989. A β -galactosidase from radish (*Raphanus sativus* L.) seeds. *Plant Physiol.* 96: 282-292.
- Sexton, R. and J. A. Roberts. 1982. Cell biology of abscission. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 33: 133-162.
- Smith, D. L., J. A. Abbott, and K. C. Gross. 2002. Down-regulation of tomato β -galactosidase 4 results in decreased fruit softening. *Plant Physiol.* 129: 1755-1762.

- Smith, D. L. and K. C. Gross. 2000. A family of at least seven β -galactosidase genes is expressed during tomato fruit development. *Plant Physiol.* 123: 1173–1183.
- Talon, M., F. R. Tadeo, W. Ben-Cheikh, A. Gomez-Cadenas, J. Mehouchi, J. Perez-Botella, and E. Primo-Millo. 1997. Hormonal regulation of fruit set and abscission in citrus: classical concepts and new evidence. *Acta Hort.* 463: 209-217.
- Talon, M., L. Zacarias, and E. Primo-Millo. 1990. Hormonal changes associated with fruit set and development in mandarins differing in their parthenocarpic ability. *Planta* 79: 400-406.
- Tateishi, A., H. Inoue, and S. Yamaki. 2002. Cloning and expression of β -galactosidase cDNA related to softening of avocado (*Persea americana*). *J. Japan. Soc. Horti. Sci.* 71: 48–55.
- Tateishi, A., H. Inoue, H. Shiiba, and S. Yamaki. 2001. Molecular cloning of β -galactosidase from Japanese pear (*Pyrus pyrifolia*) and its gene expression with fruit repining. *Plant Cell Physiol.* 42: 492–498.
- Taylor, J.E. and C. A. Whitelaw. 2001. Signals in abscission. *New Phytologist* 151: 323–339.
- Thompson, D. S. and D. J. Osborne. 1994. A role for the stele in intertissue signaling in the initiation of abscission in bean leaves (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plant Physiol.* 105: 341-347.
- Trainotti, L., R. Spinello, A. Piovan, S. Spolaore, and G. Casadoro. 2001. β -galactosidases with a lectin-like domain are expressed in strawberry. *J. Exp. Bot.* 52: 1635–1645.
- Tucker, M. L., R. Sexton, E. D. Campillo, and L. N. Lewis. 1988. Characterization of a cDNA clone and regulation of gene expression by ethylene and auxin. *Plant Physiol.* 88: 1257-1262.
- Ueda, J., K. Miyamoto, and M. Hashimoto. 1996. Jasmonates promote abscission in bean petiole explants: Its relationship to the metabolism of cell wall polysaccharides and cellulase activity. *J. Plant Growth Regul.* 15(4): 189-195.
- Uheda, E. and S. Nakamura. 2000. Abscission of *Azolla* branches induced by ethylene and sodium azide. *Plant Cell Physiol.* 41: 1365–1372.
- Van-Doorn, W. G., and A. D. Stead. 1997. Abscission of flowers and floral parts. *J. Exp. Bot.* 48: 821-837.
- Veau, E. J. I. D., K. C. Gross, D. J. Huber, and A. E. Watada. 1993. Degradation and solubilization of pectin by β -galactosidase purified from avocado mesocarp. *Physiol. Plant.* 87: 279–285.
- Webster, B. D. 1973. Ultrastructural studies of abscission in *Phaseolus*; ethylene effects on cell walls. *Amer. J. Bot.* 60(5): 436-447.
- Wu, Z. and J. K. Burns. 2003. Isolation and characterization of a cDNA encoding a lipid transfer protein expressed in 'Valencia' orange during abscission. *J. Exp. Bot.* 54: 1183-1191.
- Wu, Z. and J. K. Burns. 2004. A β -galactosidase gene is expressed during mature fruit

- abscission of 'Valencia' orange (*Citrus sinensis*). J. Exp. Bot. 55: 1483-1490.
- Yuan, R., U. Hartmond, and W. J. Kender. 2001. Physiological factors affecting response of mature 'Valencia' orange fruit to CMN-Prazole.II. endogenous concentrations of indole-3 acetic acid abscisic acid, and ethylene. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 126(4): 420-426.
- Zacarias, L., M. Talon, W. Ben-Cheikh, M. T. Lafuente, and E. Primo-Millo. 1995. Absciscic acid increases in non-growing and paclobutrazol-treated fruit of seedless mandarins. Physiol. Plant. 95: 613-619.

Abscission of Citrus Fruits

Hui-Peen Lo ¹⁾

Key words: Citrus, Abscission, Abscission zones, Senescence, Ethylene

Summary

Abscission is the term used to describe the process of natural separation of organs from the parent plant. The abscission process can be divided into three major stages. The first stage is stimulus stage : like senescence or carbohydrate shortage. The second stage is signal stage : like reduced auxin and increased ethylene production. The third stage is response stage : production of cellulase and polygalacturonase for degradation of cell wall which cause the abscission to occur. Citrus fruits have 2 abscission zone : AZ-P abscission zone located between the branch and the fruit peduncle and AZ-C abscission zone found the calyx. Clementine is a self-incompatible mandarin which has high percentage of abscission. Satsuma is a natural parthenocarpic variety and high fruit set percentage. The gibberellins(GAs) and free indole-acetic acid (IAA) activities were significantly higher in Satsuma than in Clementine at cell division stage and cell elongation stage, and bound-ABA level was also higher. In June drop period, carbohydrate shortage acts as a signal to induce the production of ABA, ACC and ethylene. Ethylene and IAA are two hormones regulating the timing of abscission. Ethylene induces expression of abscission related genes, such as cell wall degrading enzymes cellulase and polygalacturonase, cause the shedding of organs.

1) Graduate student in Ph.D. Program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

採收後處理植物生長調節劑對台農 17 號'金鑽' 鳳梨果實黑心劣變發生之影響

蘇俊麟¹⁾ 陳京城²⁾

關鍵字：鳳梨、黑心劣變、植物生長調節劑

摘要：本研究調查台農 17 號'金鑽'鳳梨採收後處理植物生長調節劑對果實品質與黑心劣變發生之影響。GA3 200 μ M 處理可以延緩果實轉色，提高可滴定酸含量，但也會使果實黑心劣變的發生率與黑心劣變指數提高。低溫處理前處理 200 μ M 與 400 μ M 水楊酸可以減少果冠萎凋，400 μ M 之處理並可延緩果皮與果肉轉色，但對鳳梨果實黑心劣變並無預防或降低效果。

前 言

鳳梨[*Ananas comosus* (L.) Merr.]屬於鳳梨科(Bromeliaceae)鳳梨屬(*Ananas*)多年生草本單子葉植物，原產於熱帶美洲之巴西、巴拉圭的亞馬遜河流域及阿根廷一帶，依品種與一般性狀可分為五大族群，分別為 Cayenne、Queen、Spanish、Abacaxi (Brazilian)及 Maipure (Ray, 2002)。台灣目前主要栽培的品種有開英種、台農 4 號('釋迦')、台農 6 號('蘋果')、台農 11 號('香水')、台農 13 號('冬蜜')、台農 16 號('甜蜜蜜')、台農 17 號('金鑽')、台農 18 號('金桂花')、台農 19 號('蜜寶')、台農 20 號('牛奶')及台農 21 號('黃金')等。台農 17 號'金鑽'母本為正常開英 'Smooth Cayenne'，父本為'Rough'(Queen 族群)，其口感及風味均佳，是台灣現今栽種面積及產量最多的品種。

鳳梨黑心劣變(black heart; internal browning; endogenous brown spot)，罹病果實外觀無異狀，但將果實剖開可見到心部果肉呈深褐色至黑褐色，且失去鳳梨原有的風味，是鳳梨在栽培及儲運過程中容易產生的果實生理劣變之一。研究發現低溫與植物生長調節劑皆會誘導鳳梨黑心劣變產生(Stewart *et al.*, 2001; Zhou *et al.*, 2003)。本試驗調查台農 17 號'金鑽'

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系助理教授，通訊作者。

鳳梨以果梗直接吸收不同植物生長調節劑進入果實內，調查其對果實品質與黑心劣變發生之影響。

材 料 與 方 法

一、試驗材料

試驗材料於 2006 年 10~11 月間取自南投縣名間鄉陳姓農戶之鳳梨果園，鳳梨品種為台農 17 號'金鑽'。

二、試驗方法

(一) GA₃、NAA 及 BA 處理

選取綠熟期(果色指數 1)之鳳梨，採收時留大約 15cm 之果梗，當天回到實驗室後立即將果梗基部剪除約 5cm，然後放入於含有 300ml 200 μ M 不同生長調節劑(GA₃、NAA 及 BA)之 500ml 容量燒杯中，對照組為蒸餾水處理，每個處理 10 個果實。果實放置於抽氣櫃中，增加果冠蒸散作用，以利將生長調節劑吸入果實中。處理 24 小時後取出果實，除去果梗後置於室溫 25 $\pm$ 2 $^{\circ}$ C 下貯藏，分別於 5 天與 10 天後各取 5 個果實調查其品質及黑心劣變發生之情形。

(二) SA (Salicylic acid; 水楊酸)處理

處理方法同上，SA 處理濃度為 0(對照組)、200 μ M 及 400 μ M。處理後之果實先貯藏於 8 $^{\circ}$ C 下 14 天，隨後移至室溫 25 $\pm$ 2 $^{\circ}$ C 貯藏，分別於 5 天與 10 天後各取出 5 顆果實調查其品質及黑心劣變發生情形。

三、果實品質調查項目與方法：

(一) 果實與果冠重量：利用磅秤測定全果重，以 g 表示。

(二) 果冠萎凋率測定：目測估算果冠萎凋部分佔總果冠面積的百分比，估算區間為 10%。

(三) 可溶性固形物測定：取鳳梨果實赤道部位果肉搾取汁液，使用手持曲折計(hand refractometer, ATAGO)測定，以 $^{\circ}$ Brix 表示之。

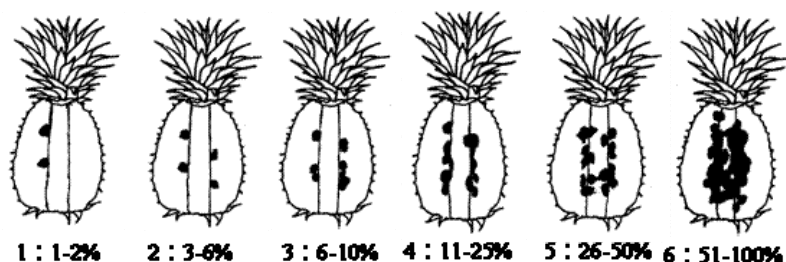
(四) 可滴定酸含量測定：取 1 ml 鳳梨果實赤道部位果肉之果汁，加入 9 ml 蒸餾水及指示劑 10 μ l 之 0.1%酚酞(w/v ethanol)，以 0.1 N 之 NaOH 滴定至呈現粉紅色，記錄滴定量，以檸檬酸為標準換算之，以%表示之。

(五) 果實之果色指數：目測果皮轉色情形，以 1-7 指示之。1 綠色(full green)，2:淡黃綠色(yellowish green; slight clorbreak)，3:1/4 轉黃(1/4 yellow)，4:1/2 轉黃(1/2 yellow)，5:3/4 轉黃(3/4 yellow)，6:全黃(full yellow)，7:橘黃(reddish yellow)。

(六) 果皮顏色之測定：以 Nippon Denshoku 出品之 NR-3000 色差計(Hand colorimeter)測定

果實赤道部位之果皮顏色，依 McLaren (1976) 所制訂之 CIE L*a*b* colour-space 系統表示之。L 值代表色澤亮度，其值介於 0~100，L100 為白色，L0 為黑色；a 值代表紅綠互補色值，其值介於 -60~60，+a 表示偏紅色，-a 偏綠色；b 值代表黃藍互補色值，其值介於 -60~60，+b 表示偏黃色，-b 偏藍色。

- (七) 果實黑心劣變發生率：估算整批果實中發生黑心劣變果實所佔之百分比。黑心劣變發生率 = 黑心劣變果實數量 / 總果實數量 × 100%
- (八) 果實黑心劣變發生嚴重程度：參考 Paull 及 Rohrbach (1985) 所訂定之標準(如下圖)，目測估算果實縱切面有黑心劣變症狀之面積，佔內部果肉(靠近果心約 1 cm 之果肉)及果心總縱切面面積之百分比，並以 1-6 表示，無黑心劣變發生者，以 0 表示。



四、數據分析：

本試驗所有數據以 Microsoft Excel 軟體進行試算表製作統計與繪圖，並採用 SAS (Statistic Analysis System) 套裝統計軟中之 PROC GLM (General linear model) 進行變方分析，以 Least Significant Difference (LSD) test 檢查 $P=5\%$ 之差異顯著性。

結 果

一、GA₃、NAA 及 BA 處理對果實品質及黑心劣變發生之影響

果冠重隨著貯藏天數增加而下降，在不同處理間之果冠重量並無顯著差異。果冠萎凋率隨著貯藏天數增加而增加，其中以 BA 200 μ M 處理者在貯藏 10 天後之果冠萎凋率達 48% 為最高，而不同處理間之果冠萎凋率並無顯著差異(表 1)。不同處理間之可溶性固形物並無顯著差異。GA₃ 處理者之可滴定酸顯著高於其他處理者。

GA₃ 處理之鳳梨貯藏 5 天與 10 天後之果色指數分別為 3.2 與 4.0，低於其他處理者(表 2)。對照組、BA 與 NAA 處理之果實在貯藏 5 天後果色指數達到 6.5，貯藏 10 天後果色指數達 7.0。GA₃ 處理果實在貯藏 5 天與 10 天之果皮色差值之 a 值分別為 0.5 與 -0.6 低於其他處理者，其果色仍偏綠。

表 1. GA₃、NAA 及 BA 處理不同貯藏天數對台農 17 號'金鑽'鳳梨果實品質之影響^z

Table 1. Effects of GA₃, NAA and BA treatments with different storage periods on fruit quality of Tainung-17 'Jin Zuan' pineapple.^z

Treatments	Storage time (days)	Crown weight (g)	Severity of crown wilting (%)	Total soluble solids (°Brix)	Titrateable acid (%)
Control	5	80.1±17.9 a	10 ± 0 b	14.0 ± 1.0 a	0.80 ± 0.7 c
	10	74.6± 23.4 a	22 ± 11 ab	13.2 ± 0.7 ab	0.86 ± 0.7 cb
GA ₃ 200 µM	5	67.4± 11.6 a	9 ± 24 b	13.8 ± 0.7 ab	1.01 ± 0.04 a
	10	59.1± 33.5 a	35 ± 31 ab	13.4 ± 0.4 ab	1.05 ± 0.04 a
NAA 200 µM	5	81.7± 27.3 a	8 ± 2 b	13.4 ± 1.0 ab	0.87 ± 0.04 cb
	10	85.9± 14.5 a	28 ± 22 ab	12.6 ± 0.4 b	0.84 ± 0.04 cb
BA 200 µM	5	86.8± 17.2 a	3 ± 4 b	13.6 ± 0.4 ab	0.92 ± 0.03 b
	10	57.3± 18.8 a	48 ± 35 a	12.8 ± 0.8 ab	0.82 ± 0.02 c

^z After treated with GA₃, NAA and BA, fruits were stored at room temperature for 5 or 10 days.

^y Mean separation within columns by the Least Significant Difference (LSD) test, P=0.05.

表 2. GA₃、NAA 與 BA 處理及不同貯藏天數對台農 17 號'金鑽'鳳梨果實果皮顏色之影響^z

Table 2. Effects of GA₃, NAA and BA treatments with different storage period on skin color of Tainung-17 'Jin Zuan' pineapple.^z

Treatments	Storage time (days)	Skin color index	Skin color		
			L	a	b
Control	5	6.6±0.5	55.1± 1.6	6.7 ±0.8	25.1 ±11.0
	10	7.0±0.0	45.8± 4.2	10.9 ±1.6	32.1 ± 8.7
GA ₃ 200 µM	5	3.2±0.4	43.1± 5.2	0.5 ±1.2	23.3 ± 2.2
	10	4.0±0.9	37.7±11.1	-0.6 ±4.3	22.5 ± 4.4
NAA 200 µM	5	7.0±0.0	50.4± 3.1	7.0 ±1.0	27.9 ± 1.9
	10	7.0±0.0	52.6± 4.1	9.3 ±1.8	29.1 ± 5.9
BA 200 µM	5	6.6±0.5	52.6± 1.9	6.4 ±0.8	29.8 ± 4.2
	10	7.0±0.0	48.1± 2.9	9.9 ±0.7	31.2 ± 4.3

^z After treated with GA₃, NAA and BA, fruits were stored at room temperature for 5 or 10 days.

不同生長調節劑處理間只有 GA₃ 處理者有黑心劣變徵狀產生，貯藏 5 天及 10 後之黑心劣變指數為 0.4，不同貯藏時間之黑心劣變發生率分別為 20% 及 40%，黑心劣變發生率會隨著貯藏天數而增加(表 3)。

表 3. GA₃、NAA 與 BA 處理及不同貯藏天數對台農 17 號'金鑽'鳳梨果實黑心劣變發生之影響^z

Table 3. Effects of GA₃, NAA and BA treatments with different storage periods on the occurrence of blackheart disorder in Tainung-17 'Jin Zuan' pineapple fruit.^z

Treatments	Storage time (days)	Index of blackheart	Incidence of blackheart (%)
Control	5	0.0±0.0	0.0
	10	0.0±0.0	0.0
GA ₃ 200 µM	5	0.4±0.8	20.0
	10	0.4±0.4	40.0
NAA 200 µM	5	0.0±0.0	0.0
	10	0.0±0.0	0.0
BA 200 µM	5	0.0±0.0	0.0
	10	0.0±0.0	0.0

^z After treated with NAA、BA and GA₃, fruits were stored at room temperature for 5 or 10 days.

二、SA (水楊酸)處理對低溫貯藏果實品質及黑心劣變發生之影響

SA 處理者於低溫貯藏後，移至室溫下 5 天之果冠重及果冠萎凋率與對照組間無顯著差異(表 4)。然而貯藏於室溫下 10 天後，SA 處理者之果冠萎凋情形顯著較對照組輕微。同一貯藏時間調查之可溶性固形物及可滴定酸，各處理間並無顯著差異(表 4)。但與低溫貯藏前相比，果實 8℃ 貯藏 14 天後接著室溫貯藏 5 天後可滴定酸含量顯著上升。

對照組、SA 200µM 與 SA 400µM 處理後，果實 8℃ 貯藏 14 天後接著室溫貯藏 5 天之果色指數分別為 2.0、2.2 與 3.4，SA 400µM 處理者高於其他處理，但貯藏 10 天後果色指數分為 7.0、6.6 與 5.6，SA 400µM 處理者低於對照組(表 5)。L、a、b 值各處理間並無顯著差異。

以 SA 200µM 與 400µM 處理後之果實以 8℃ 貯藏 14 天後移至室溫貯藏 5 天之果實黑心劣變指數分別為 2.2、2.4，略高於對照組之 1.0(表 6)。8℃ 低溫處理 14 天後移至室溫貯藏 5 天後，對照組與處理組之黑心劣變發生率都在 80%。而 8℃ 低溫處理 14 天後移至室溫貯藏 10 天後，SA 200µM 與 400µM 處理之黑心劣變發生率為 100%，對照組為 80%，SA 處理略為提高了黑心劣變發生率(表 6)。

表 4. 水楊酸與低溫處理對台農 17 號'金鑽'鳳梨果實品質之影響^z

Table 4. Effects of salicylic acid and cold treatment on the quality of Tainung-17 'Jin Zuan' pineapple fruit.^z

Treatments	Storage time (days)	Crown weight (g)	Severity of crown wilting (%)	Total soluble solids (°Brix)	Titrateable acid (%)
Control	0	70.8±19.1 ab ^y	0.0± 0.0 c	11.7±0.6 ab	0.87±0.08 c
	5	80.8± 2.0 a	6.0± 7.0 c	11.0±1.1 ab	1.22±0.08 ab
	10	46.3±16.2 c	32.0±11.6 a	12.4±2.3 a	1.12±0.08 b
SA 200 µM	5	83.5±17.5 a	3.0± 2.5 c	10.8±0.7 b	1.26±0.07 a
	10	55.3±10.7 ab	19.0± 8.0 b	11.3±0.4 ab	1.24±0.06 ab
SA 400 µM	5	80.1±20.6 a	8.0± 4.0 c	11.3±0.4 ab	1.25±0.07 a
	10	77.4±13.3 ab	8.0± 2.5 c	11.1±0.6 ab	1.18±0.09 ab

^z After treated with SA, fruits were stored at 8°C for 2 weeks, followed by at room temperature for 5 or 10 days.

^y Mean separation within columns by the Least Significant Difference (LSD) test, P=0.05.

表 5. 水楊酸與低溫處理對台農 17 號'金鑽'鳳梨果實果皮顏色之影響^z

Table 5. Effects of salicylic acid and cold treatment on the skin and flesh color of Tainung-17 'Jin Zuan' pineapple fruit.^z

Treatments	Storage time (days)	Skin color index	Skin color		
			L	a	b
Control	0	1.0±0.0	46.2±5.7	-1.1±1.0	12.5±2.3
	5	2.0±0.0	50.7±2.5	0.1±1.2	13.6±0.6
	10	7.0±0.0	55.1±2.2	5.6±0.3	22.6±0.6
SA 200 µM	5	2.2±1.2	47.3±8.1	1.4±2.6	17.9±3.9
	10	6.6±6.6	56.6±3.5	5.0±1.5	22.4±4.3
SA 400 µM	5	3.4±1.4	54.4±3.2	1.4±1.5	16.9±5.3
	10	5.6±5.6	54.4±3.2	5.9±1.5	25.3±3.5

^z After treated with SA, fruits were stored at 8°C for 2 weeks, followed by at room temperature for 5 or 10 days.

表 6. 水楊酸與低溫處理對台農 17 號'金鑽'鳳梨黑心劣變發生之影響^zTable 6. Effects of salicylic acid and cold treatment on the occurrence of blackheart disorder in Tainung-17 'Jin Zuan' pineapple fruit. ^z

Treatments	Storage time (days)	Index of blackheart	Incidence of blackheart (%)
Control	0	0.0±0.0	0
	5	1.0±0.6	80
	10	1.8±1.5	80
SA 200 µM	5	2.2±1.2	80
	10	1.4±0.8	100
SA 400 µM	5	2.4±1.7	80
	10	1.8±0.8	100

^z After treated with SA, fruits were stored at 8°C for 2 weeks, followed by at room temperature for 5 or 10 days.

討 論

本試驗結果發現以 GA₃ 處理後之鳳梨果實貯藏 10 天後可滴定酸含量較其他處理者高，果皮轉色也較慢，因此推測 GA₃ 處理可以延緩鳳梨果實的後熟。採收後處理 GA₃ 可以延緩果實後熟，在番茄(Dostal and Leopold, 1967)、芒果(Murthy and Gopalkrishna Rao, 1982)及仙人掌果(Schirra *et al.*, 1999)均有相同之效果。

GA₃ 處理之台農 17 號'金鑽'鳳梨果實在室溫環境下貯藏會誘導黑心劣變發生(表 3)，此結果與 Zhou 及 Tan (1997)使用'Smooth Cayenne'鳳梨之結果一致。Zhou 等人(2003)研究發現鳳梨 PPO 酵素 PINPPO1 與 PINPPO2 兩個基因之啟動子序列與 GA 反應複合體(gibberellin response complexes; GARC)基因序列具有顯著相似度，因此 GA 處理可能誘導 PPO 酵素基因表現。

根據 Taşgım 等人(2006)發現以水楊酸處理冬小麥可以提升 peroxidase 與 catalase 酵素活性，提升細胞抗氧化能力，但同時也提高了 PPO 酵素活性(Taşgım *et al.*, 2006)。周(2005)發現果實浸泡水楊酸並無法降低或預防鳳梨黑心劣變發生，與本研究以果梗吸收水楊酸處理之結果一致(表 6)。水楊酸能降低果冠萎凋率及延緩果皮轉色，這原因可能是水楊酸可以保持細胞膜的完整性，降低電解質滲漏，但水楊酸也是酚類化合物的一種，由果梗吸收水楊酸，這可能提供鳳梨 PPO 酵素之反應基質，並誘導 PPO 活性升高，而增加鳳梨產生黑心劣變的機會。Thipyapong 等人(2007)指出 PPO 活性與多種作物之抗病蟲害與抗逆境能力有直接或間接關係，推論當植物遭遇生物或非生物之逆境時，會產生逆境相關荷爾蒙作

為訊息分子，啟動相關防衛機制，因此水楊酸等逆境相關荷爾蒙可能促進 PPO 活性提高。外加水楊酸處理雖可增加細胞抗氧化能力及提高對逆境之耐性，但可能會誘導 PPO 活性增加，促使鳳梨黑心劣變發生。

參考文獻

- 周雅玲。2005。化學藥劑處理對鳳梨果實品質之影響。國立中興大學園藝學系碩士論文。p46。
- Dostal, H. C. and A. C. Leopold. 1967. Gibberellin delays ripening of tomatoes. *Science* 158: 1579-1580.
- McLaren, K. 1976. The development of the CIE 1976 (L*a*b*) uniform colour-space and colour-difference formula. *J. Soc. Dyers Colour.* 92: 338-341.
- Murthy, S. K. and K. P. Gopalakrishna Rao. 1982. Regulation of ripening by chemicals in 'Alphonso' mango. *Sci. Hort.* 16: 179-183.
- Paull, R. E. and K. G. Rohrbach. 1985. Symptom development of chilling injury in pineapple fruit. *J. Am. Soc. Hor. Sci.* 110: 100-105.
- Ray, P. K. 2002. Pineapple, p. 201-214. In : Ray, P. K. (ed.). *Breeding tropical and subtropical fruits*. Narosa Publishing House, New Delhi.
- Schirra, M., G. D'hallewin, P. Inglese, and T. La Mantia. 1999. Epicuticular changes and storage potential of cactus pear [*Opuntia ficus-indica* Miller (L.)] fruit following gibberellic acid preharvest sprays and postharvest heat treatment. *Postharvest Biol. Technol.* 17: 79-88.
- Stewart, R. J., B. J. B. Sawyer, C. S. Bucheli, and S. P. Robinson. 2001. Polyphenol oxidase is induced by chilling and wounding in pineapple. *Aust. J. Plant Physiol.* 28: 181-191.
- Taşgın, E., Ö. Atıcı, B. Nalbantoğlu, and L. P. Popova. 2006. Effects of salicylic acid and cold treatment on protein levels and on the activities of antioxidant enzymes in the apoplast of winter wheat leaves. *Phytochemistry* 67: 710-715.
- Thipyapong, P., M. J. Stout, and J. Attajarusit. 2007. Functional analysis of polyphenol oxidases by antisense/sense technology. *Molecules* 12: 1569-1595.
- Zhou, Y., J. M. Dahler, S. J. R. Underhill, and R. B. H. Wills. 2003. Enzymes associated with blackheart development in pineapple fruit. *Food Chem.* 80: 566-572.
- Zhou, Y. C. and X. J. Tan. 1997. Mechanism of blackheart development induced by low temperature and gibberellic acid in pineapple. *Acta Hort.* 425: 587-593.

Effects of Postharvest Treatments of Plant Growth Regulators on the Occurrence of Pineapple [*Ananas comosus* (L.) Merr.] Blackheart Disorder

Chun-Lin Su ¹⁾ Ching-Cheng Chen ²⁾

Key words: Pineapple; Blackheart disorder; Plant growth regulators

Summary

Effects of plant growth regulator on quality and blackheart occurrence of Tainung-17 'Jin Zuan' pineapple fruit (*Ananas comosus* L. Merr.) were studied. The results showed that GA3 treatment delayed fruit coloring and crown wilting but increased titratable acidity and the incidence and severity of blackheart disorder. Application of 200 μ M and 400 μ M salicylic acid reduced the severity of crown wilting and 400 μ M salicylic acid treatment also delayed skin and flesh coloring. There was no significant effect on lowering the incidence of blackheart disorder by salicylic acid treatment.

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

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

Corresponding author.

蒸熱殺蟲處理對鳳梨釋迦果實品質之影響

陳 昆 陽¹⁾ 謝 慶 昌²⁾

關鍵字：鳳梨釋迦、東方果實蠅、蒸熱處理、檢疫

摘要：本試驗的目的在於採取蒸熱處理作為鳳梨釋迦果實檢疫方法的可能性及其對果實品質之影響。蒸熱殺蟲處理果心溫度達 46.5℃維持 20 或 30 分鐘，可有效殺死東方果實蠅，再經室溫回溫 1 天且於 12℃下貯藏 6 天可維持果實品質，此可做為外銷檢疫處理及貯藏流程之參考。

前 言

鳳梨釋迦(*Annona cherimola* Mill. × *Annona squamosa* L.)為冷子番荔枝與番荔枝的雜交種；由 Wester 及 Simmonds 等學者於 1908 年在美國佛羅里達州人工選育而成，通稱為 Atemoya(George and Nissen, 1987)。根據 94 年台灣農業統計年報，鳳梨釋迦之種植面積已達 2250 公頃，而台東地區占了其中的 71%，約達 1600 公頃，為台灣鳳梨釋迦之主要產地(楊，2003)。

鳳梨釋迦較普通番荔枝耐低溫貯運，且因其食用方式可利用刀叉，符合國外的食用習慣，因此較具外銷的潛力(林與陳，2004)。近年來，國內市場因產量漸增而面臨飽和的問題，開拓國外新市場被作為重點的紓解方式。由於台灣是東方果實蠅之疫區，鳳梨釋迦果實又不耐外銷前高溫或低溫的滅蟲處理，因此目前主要的目標市場仍以新加坡、香港及上海這些無檢疫問題的地區為主，但為了日後圖擴大市場，防治東方果實蠅乃是必要的(黃，2003)。

我國在開發外銷鮮果殺蟲處理技術的歷程，較早是以二溴乙烯(Ethyl dibromide；簡稱 EDB)燻蒸處理之方式，後因 EDB 具有致癌性，遭日本於 1987 年下半年起全面禁用於輸日果蔬之處理上，此後即改以發展利用飽和水蒸氣傳熱殺死潛藏害蟲之蒸熱處理(vapor

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系副教授，通訊作者。

heat treatment)方式，以及使害蟲無法存活之低溫處理(cold treatment)方式，為外銷蔬果檢疫處理技術開發之主軸。

倘若將鳳梨釋迦果實進行蒸熱處理(果心溫度 47.5℃，30 分鐘)，並且提升其環境的溼度條件時，果實裂果的數目跟寬度將會明顯地增加(Paull, 1996)。根據台東區農業改良場 95 年年報，鳳梨釋迦果實存放於 0℃(相對溼度 95%)3 星期後，外觀沒有變色的情形，並於取出後 10 天內可軟熟，而軟熟後未見有檢疫害蟲東方果實蠅孵化出；另經 46.5℃30 分鐘之處理，果實於室溫下 8 天後開始軟化，無果實蠅孵化，防治率達 100%。

本試驗的目的在於採取蒸熱處理作為鳳梨釋迦果實檢疫方法的可能性及其對果實品質之影響。

材 料 與 方 法

一、試驗材料與取樣方法

本試驗分別於 2008 年 3 月 5 日及 2008 年 4 月 9 日進行二次。材料皆取自於台東縣卑南鄉之江姓果園。果實之採收成熟度約為七分熟，平均果重約 510 公克。採收時間為試驗前一天的清晨，果實經裝箱後置於常溫下貯放，隔天早上利用宅配模式(常溫)運至實驗室，抵達時間約 10 點。

二、試驗方法

(一) 不同蒸熱處理時間對東方果實蠅孵化率之影響

於 2008 年 3 月 5 日，挑選 40 顆果實(20 個接種，每果接種 100 個東方果實蠅蟲卵，蟲卵來自台中動植物防疫檢疫局；20 個不接種)進行蒸熱處理，即以果心達 46.5℃持續 10 分鐘、20 分鐘及 30 分鐘，各為 5 重複，並置於室溫下一週後調查蟲卵孵化率，並以未蒸熱之接種果實為對照組。孵化率之調查時間是由實驗室先前的經驗所設計。另一批未接種之蒸熱果實則放入具加濕設備之壓克力箱中，移至 6℃貯藏一週後進行調查，待結束後再置於 20℃下後熟 4 天，進行第二次調查。

(二) 蒸熱處理對果實品質之影響

於 2008 年 4 月 9 日，挑選 60 顆大小與顏色相似之果實，分成 6 組進行處理。將果實進行蒸熱處理達果心溫度 46.5℃後 20 分鐘，其中半數果實在回復室溫後分別移至 6℃、9℃、12℃、15℃及 20℃下貯藏一週，剩餘果實則在室溫下貯藏 1 天後再移往低溫下貯藏 6 天。待結束後進行第一次調查，接著在 20℃下回溫 3-4 天後進行第二次調查。以未蒸熱之接種果實為對照組，每處理 10 重複。

三、調查項目及分析方法

(一) 官能品評

1. 後熟之判斷：以手指壓觸果實赤道部位，感受其軟化程度，當達到可食用階段時，作

為後熟指標。將其變化之程度分成 4 級表示(1=過軟、 2=軟、3=微軟及 4=堅硬)。當果實達 2 之程度時，即表示其已軟熟且可食用。

完熟率=(後熟指數為 1 及 2 之果實數)/處理之果實數

2. 外觀之品質：依照直覺判定果實外觀品質惡化之程度，通指果實表面褐化現象之產生。影響因子可能為物理性傷害、寒害、真菌性病害或天然因素等。將其變化之程度分成 4 級表示(1=無、 2=輕度、3=可接受及 4=嚴重)。

(二) 果實硬度

將果實於果梗處縱切，利用日本製物性測定儀(型號 SUN COMPAC-100)測定單位面積內穿刺果肉所需之重量。所用探針為直徑 0.5 cm 及長 5.2 cm 之圓柱棒。測定部位為果實赤道部位之兩側。求其平均值，單位以 kg/cm^2 表示。

(三) 孵化率

總東方果實蠅幼蟲數/5(處理重複數) $\times 100\%$ 。

結 果

一、蒸熱處理之殺蟲效果

圖 1 顯示果實於蒸熱處理期間果心溫度之變化，約於 150 分鐘後果心可達 46.5°C 。果實接種 100 隻東方果實蠅之蟲卵，置於常溫下一週後，有約 50% 的孵化率；當果實經過 46.5°C 蒸熱處理 10 分鐘後，孵化率約剩 1%，而將處理時間延長至 20 分鐘以上時，則幾乎可達到 100% 的致死率(圖 2)。

二、蒸熱處理對鳳梨釋迦果實後熟及外觀品質之影響

將經過 10~30 分鐘蒸熱處理之果實，置於 6°C 下貯藏一週及於 20°C 下回溫 4 天後，皆無法正常地軟熟，且隨著處理時間的增長而有著較高硬度之表現，其值依序為 1.93、2.95 及 $3.08 \text{ kg}/\text{cm}^2$ (表 1)。在外觀品質之部分，三組之處理組果實在經過 7 天的低溫貯藏後，皆有著嚴重的褐化程度 (表 1)，其果色較對照組果實來得偏向暗黃色(圖 3)。

三、貯藏溫度及回溫處理對蒸熱處理果實品質之影響

(一) 後熟能力

圖 4 顯示果實於蒸熱處理期間果心溫度之變化，約於 220 分鐘後果心可達 46.5°C 。依據表 2 結果得知，經蒸熱處理之果實，於 12°C 以下的溫度貯藏一週後，即使經回溫處理皆無法達到可食用的程度；不過，倘若將果實於貯藏前先行回溫一天，於 12°C 下之果實則可正常地後熟，完熟率約為 60%，而此現象和硬度之結果相似，其與 15°C 下之果實有著相同程度的數值，介於 $0.36\sim 0.53 \text{ kg}/\text{cm}^2$ ；另外，果實於 20°C 下有著較佳的後熟能力，完熟率近乎 100%。

(二) 外觀品質

於 6℃、9℃ 及 20℃ 下之果實，貯藏前是否先行回溫一天，對於其外觀品質沒有太大的影響；在 12℃ 及 15℃ 下之果實則有著相反的結果，前者貯藏後以經回溫之果實有著較佳的外觀，但是當於 20℃ 下回溫 3 天後，回溫之果實反而劣化地較為嚴重，於後者則不論是在貯藏或回溫後，先前回溫之果實皆有較為嚴重的褐化跡象；另外，果實於 12℃ 及 20℃ 下分別有較佳及較差的外觀(表 2)。由圖 5 可發現，果實褐化之表現以 12℃ 為分界而有所不同，於 6℃ 及 9℃ 下之果實，整個果色轉變為暗沉的黃綠色，並有褐斑的產生，疑似因為寒害所導致；而在 15℃ 及 20℃ 下之果實，則是出現了許多明顯的塊斑，其現象則應為平時軟熟所常見的反應。

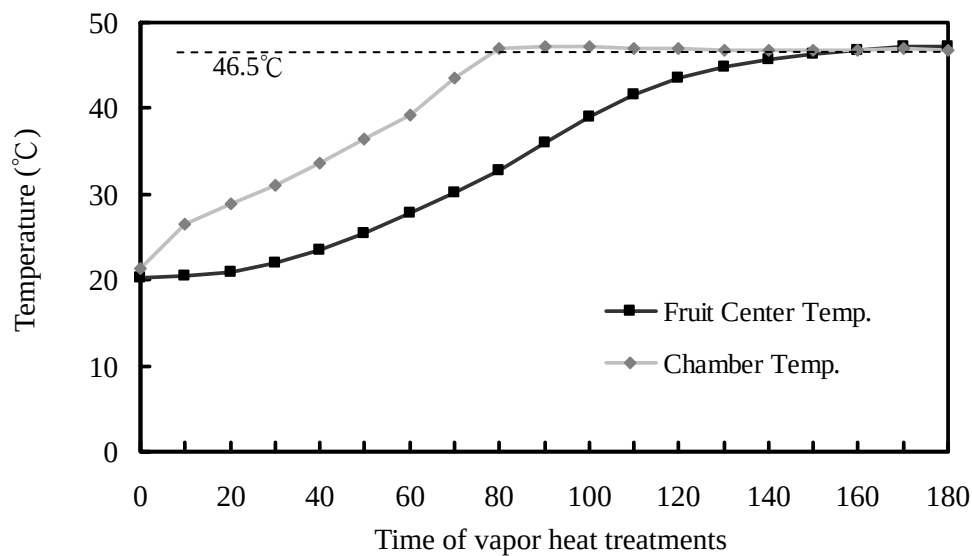


圖 1. 蒸熱處理對採自 2008 年 3 月 5 日的鳳梨釋迦果心及庫內溫度之變化

Fig. 1. Fruits center temperature of atemoya fruits harvested at March 15, 2008 and air temperature during vapor heat treatment.

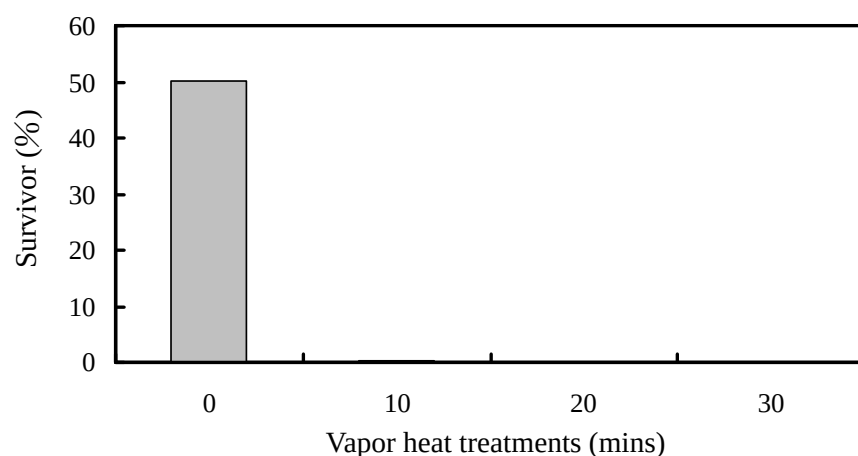


圖 2. 接種東方果實蟲卵之鳳梨釋迦果實蒸熱處理達 46.5°C 不同時間後放於室溫 7 日後蟲卵之孵化率

Fig. 2. The survivor of oriental fruit fly in atemoya fruits after 46.5°C vapor heat treatment for different times and then placed at 25°C for 7 days.

表 1. 蒸熱處理時間及低溫貯藏對採自 2008 年 3 月 5 日的鳳梨釋迦果實在 6°C 貯藏 7 天後於 20°C 下回溫 4 天後熟指數、完熟率、硬度及褐化指數之影響

Table 1. Effect of duration of vapor heat treatment (VHT) and cold storage on the ripening index, full-ripened fruit, firmness and browning index of atemoya fruit harvested at March 15, 2008 and remained at 20°C for 4 days following 7 days storage at 6°C.

VHT	Ripening index ^z		Ripening rate (%)	Firmness (kg/cm ²)	Browning index ^y	
	AS ^x	RW ^x			AS	RW
CK	4.0	1.8	100	0.19 c ^x	1.0	1.6
46.5°C-10mins	4.0	4.0	0	1.93 b	3.4	4.0
46.5°C-20mins	4.0	4.0	0	2.95 ab	3.8	4.0
46.5°C-30mins	4.0	4.0	0	3.08 a	3.4	4.0

^zRipening index : 4= hard , 3= light soft , 2= soft , 1= very soft.

^yBrowning index : 1= no , 2= light , 3= moderate , 4= severe.

^xAS= after storage, RW= after rewarming at 20°C for 4 days following storage.

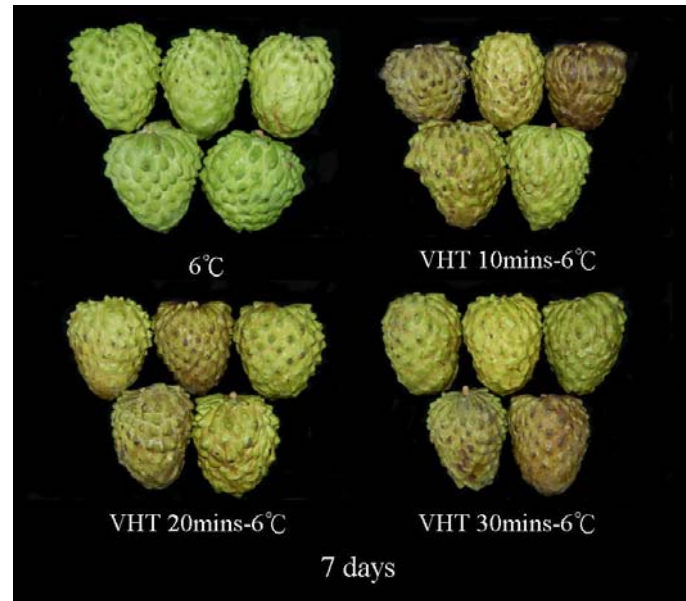


圖 3. 蒸熱處理時間及低溫貯藏對採自 2008 年 3 月 5 日的鳳梨釋迦果實外觀品質之影響
Fig. 3. Effect of duration of vapor heat treatment (VHT) and cold storage on the appearance of atemoya fruit harvested at March 15, 2008 after stored at 6°C for 7 days.

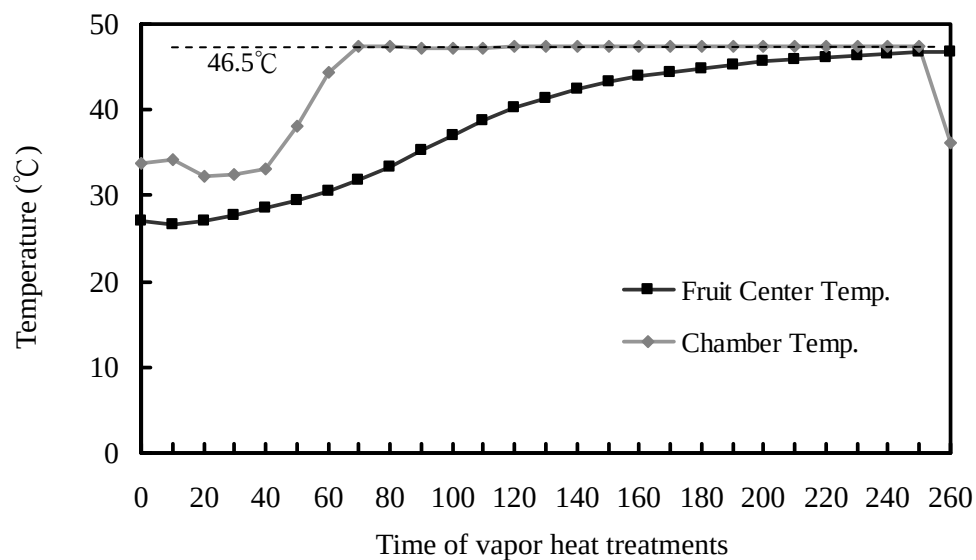


圖 4. 蒸熱處理對採自 2008 年 4 月 9 日的鳳梨釋迦果心及庫內溫度之變化
Fig. 4. Fruits center temperature of atemoya fruits harvested at April 9, 2008 and air temperature during vapor heat treatment.

表 2. 蒸熱處理、貯藏溫度及延遲貯藏對採自 2008 年 4 月 9 日的鳳梨釋迦果實在 6°C 貯藏 7 天後於 20°C 下回溫 3-4 天後熟指數、完熟率、硬度及褐化指數之影響

Table 2. Effect of vapor heat treatment (VHT), storage temperature and delay storage on the ripening index, full-ripened fruit, firmness and browning index of atemoya fruit harvested at April 9, 2008 after stored for 7 days and then remained at 20°C for 3-4 days.

Storage temperature	Ripening index ^z				Full-ripened fruit (%)				Firmness (kg/cm ²)				Browning index ^y						
	AS ^x	RW3 ^x	RW4 ^x		AS	RW3	RW4		AS	RW3	RW4		AS	RW3	RW4				
6°C	4.0	-- ^w	3.4		0	--	0		--	--	0.78		3.2	--	3.8				
9°C	4.0	4.0	--		0	0	--		--	1.03 a ^x	--		3.6	4.0	--				
12°C	4.0	4.0	--		0	0	--		--	0.90 a	--		2.6	3.6	--				
15°C	4.0	2.8	--		0	40	--		--	0.42 b	--		2.2	3.6	--				
20°C	2.0	--	--		100	--	--		0.33	--	--		4.0	--	--				
Set at ambient temperature for 1 day after VHT treatment																			
6°C	4.0	--	3.8		0	--	0		--	--	1.26		2.8	--	3.6				
9°C	3.8	--	4.0		0	--	0		--	--	1.58		3.0	--	3.2				
12°C	4.0	2.6	--		0	60	--		--	0.53	--		1.6	3.4	--				
15°C	3.6	2.6	--		0	60	--		--	0.36	--		3.2	4.0	--				
20°C	2.0	--	--		100	--	--		0.22	--	--		3.6	--	--				
Significantly	ns																ns	*	ns

z, y, x described as table 1.

^wNo detected.

^xAS= after storage, RW= after rewarming at 20°C for 4 days following storage.

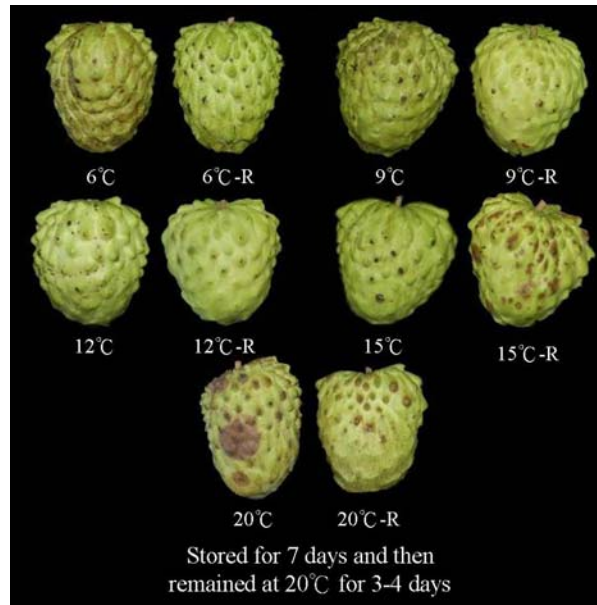


圖 5. 蒸熱處理及貯藏溫度對採自 2008 年 4 月 9 日的鳳梨釋迦果實外觀品質之影響

Fig. 5. Effect of vapor heat treatment (VHT) and storage temperature on the appearance of atemoya fruit harvested at April 9, 2008 after stored for 7 days and then remained at 20°C for 3-4 days.

討 論

台灣鳳梨釋迦果實會受到東方果實蠅之危害，所以在外銷前需先經檢疫處理(黃，2003)。由於鳳梨釋迦果實對於低溫較為敏感，無法承受害蟲無法存活之低溫條件，以致於選擇蒸熱處理之方式進行試驗。許多國家都把蒸熱處理當作檢疫手段，大部份都使用在亞、熱帶果實，特別是在芒果與番木瓜(Paull, 1994)。在台灣，芒果、荔枝與番木瓜以蒸熱處理做為檢疫條件，芒果在蒸熱室中逐漸增加溫度至果心溫度達 46.5°C，持續 30 分鐘，一次處理完時間約 2 至 4 小時；荔枝方面則是果心溫度須達 46.2°C 並持續處理達 20 分鐘後，再六小時內使果實中心溫度降至 2°C 並放置 42 小時；番木瓜則是採兩階段加溫方式，首先庫房溫度設定在 49°C 及相對濕度 40-60% 條件下，待果心溫度達到 43°C 時改以飽和濕度使果實中心溫度達 47.2°C，接著並迅速將果溫降至常溫 30°C 以下，處理時間約 3-4 小時(動植物防檢局網站)。本次實驗便是參考以上條件進行設計與考量。

鳳梨釋迦果實於蒸熱室中逐漸增溫至果心溫度達 46.5°C，持續 20 分鐘，即可使東方果實蠅蟲卵達到 100% 之致死率(圖 2)，整個處理時間約需 3~4 個小時(圖 1)，此可嘗試

作為鳳梨釋迦果實外銷殺蟲處理之條件。不過，此條件下之果實，貯藏於 6℃ 下 7 天且於 20℃ 下回溫 4 天後，仍不能軟熟，並具有嚴重褐化的外觀，呈暗黃色(表 1、圖 3)。為了改善此問題，便對於貯藏溫度進一步地進行試驗，並同時採用延遲貯藏之方式，觀察是否能夠回復果實之後熟能力及對於低溫之忍受力。

由表 2 之結果顯示，果實經蒸熱處理後，先於室溫下回溫 1 天，再入 12℃ 之恆溫箱內貯藏 1 週，能夠獲得較佳的外觀品質，並於回溫 3 天後可達食用的程度，其果色也與貯藏於 20℃ 下之果實相似(圖 5)。倘若將果實貯藏於 15℃ 及 20℃ 下，則無法忍受長達一週之貯藏，明顯軟化，於果皮上更會產生許多因老化所誘發的褐色塊斑；若貯藏於 6℃ 及 9℃ 下，則反而會產生似寒害的褐化反應，外觀轉變為暗沉的黃綠色，並且不論是否經延遲處理，果實皆無法正常地軟化(表 2、圖 5)。由此結果可推論，鳳梨釋迦果實經蒸熱處理後，對於低溫的敏感性將會增加，導致其寒害之臨界溫度隨之提高，約於 12℃，而這點將是未來蒸熱殺蟲處理在應用上一個很大的難題，因它限制了果實的貯藏壽命，也將減少海外目標市場的數目與可行模式。

鑑於上述之結果，已初步構築出一個鳳梨釋迦果實外銷之處理流程，其對於目前開發的新加坡、香港及上海市場皆可適用。不過，倘若要进一步地拓展外銷之區域，則仍需要再進行研究與改良；因若要搭配蒸熱殺蟲處理，果實可忍受的臨界低溫為 12℃，而此將無法再延長鳳梨釋迦果實之貯藏壽命，7~8 天似乎是目前所能負荷的最大限度。

參 考 文 獻

- 台東區農業改良場。2007。行政院農業委員會台東區農業改良場95年年報。pp.74-76。
- 林國榮、陳孝全。2004。台東鳳梨釋迦外銷新加坡評估。臺東區農業專訊。47：21-25。
- 楊正山。2003。鳳梨釋迦產業。臺東區農業專訊。46：5-9。
- 黃明得。2003。台灣鳳梨釋迦外銷潛力與發展策略。臺東區農業專訊。45：2-8。
- George, A. P. and R. J. Nissen. 1987. Effect of cincturing, defoliation and summer pruning on vegetative growth and flowering of custard apples in subtropical Queens. Aust. J. Exp. Agric. 27：915-918.
- Paull, R. E. 1994. Response of tropical horticultural commodities to insect disinfestations treatments. HortScience. 29：988-996.
- Paull, R. E. 1996. Postharvest atemoya fruit splitting during ripening. Postharvest Biol. technol. 8：329-334.

Effect of Vapor Heat Treatment on the Quarantine and Quality of Atemoya (*Annona cherimoya* Mill. × *A. squamosa* L.) Fruits

Kun-Yang Chen ¹⁾ Ching-Chang Shiesh ²⁾

Key words: Atemoya, Oriental fruit fly, Vapor heat treatment, Quarantine

Summary

The purpose of this research was to investigate the possibility of vapor heat treatment as a quarantine process for the oriental fruit fly and its effect on the quality of atemoya fruit. The vapor heat treatment was an effective means of controlling the oriental fruit fly in atemoya fruits. The treatment temperature was 46.5°C for 20 or 30 minutes. Delay storage at ambient temperature for 1 day and then stored at 12°C for 6 days could maintain quality of the fruit. This finding may serve as a reference for storage and quarantine when exporting atemoya fruits.

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

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

立體式栽培對改進甜椒生產模式之研究

方 怡 丹¹⁾ 宋 妤²⁾ 張 武 男³⁾ 曾 夢 蛟⁴⁾

關鍵字：甜椒、立體式栽培、袋耕栽培

摘要：‘銘星’甜椒以雙層之立體式袋耕栽培，並以一般性之單層栽培為對照組，分別調查不同栽培位置之植株生長變化及生理分析。試驗結果顯示立體式栽培對植株節數、株高、葉片乾重及葉片數等外觀表現無明顯影響，但葉片鮮重、葉面積、比葉重及葉果比以下層植株較高。受遮蔭影響，下層植株始花期延遲，始果節位高，落花（果）之情形較上層嚴重，但雙層產量仍高於單層栽培，對提升單位產量已發揮效果。生理分析部分，上層植株葉片之礦物元素濃度低於下層，不同採樣部位之葉片可溶性醣在不同栽培位置間無明顯差異，單層栽培之植株葉片總可溶性醣類含量最高，上段及中段位製之葉片澱粉含量明顯較低，顯示兩者在養份運移之利用有差異性。光合作用速率與氣孔導度以單層及上層栽培較佳，下層可能因遮蔭對氣孔之開閉造成影響，光合作用速率及氣孔導度下降。不同栽培位置採收果實之色澤、硬度及維他命 C 等品質，以上層果實品質優於下層，上層果實每百克鮮重維他命 C 含量達 210 mg，約為下層果實之二倍。

前 言

甜椒 (*Capsicum annuum* L.) 原產自南美秘魯及中美洲之墨西哥一帶之暖季作物，為茄科番椒屬之蔬菜，台灣光復期間引進栽培，以食用未完熟之青椒為主，栽培地區主要位於南投、雲林、屏東、高雄、花蓮與台南等地，民國 97 年台灣甜椒栽培面積約 1,170 公頃，總收量約 16,057 公噸（農情報告資源網）。甜椒可週年生產，但夏季高溫多雨，不適平地栽培，一般多在中海拔地區生產（林，2003）。由於果菜類栽培約需四個月以上，

1) 行政院農業委員會農糧署技正，國立中興大學園藝學系博士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系教授。

3) 國立中興大學園藝學系兼任教授。

4) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

為增加產量，延長採收期、增加複作期數與提高密度等為常見之方法。為維持植株強健的生長勢以持續開花結果，增加許多病蟲害防治及人工管理成本，並降低溫室週轉率。因此，為獲得較高之品質與產量，亟需開發提高單位面積產能之技術。立體式栽培具有改善作業姿勢，增加單位面積採果數，穩定品質及減少農藥施用量等優點（渡邊，1999），為一種土地精耕且集約栽培蔬菜之方法，使有限之耕地創造出最大的土地潛力，並可增加複作期數，比傳統式栽培高出 2-3 倍之產量，並紓緩溫室不足使用之情形（Xing, et al., 1997.）。

本試驗以‘銘星’甜椒為材料，探討雙層之立體式袋耕方法適用之栽培模式，配合定植較大苗齡之 9 週穴盤苗，且保留盛產之果實節位，收穫後隨即再重新定植新苗，以節省田間生育時間，並增加栽種期數，減少後續防治及管理成本。惟立體式栽培對養份分佈之影響甚巨，如何在養液管理上加強品質，增加栽培方式之多樣化，可供未來進行設施栽培甜椒之參考

材 料 與 方 法

一、材料

- (一). 試驗材料及地點：‘銘星’甜椒(*Capsicum annuum* L. cv. ‘Andalus’) 為供試材料，育苗至 9 週後，定植於中興大學網室。
- (二). 立體式栽培：甜椒立體式栽培情形如圖 1.所示。利用鍍鋅管搭設二層之栽培床架。床架寬度 60 公分，二栽植床間距(走道)120 公分，上下二層間高度為 90 公分，栽培時介質袋交錯放置，每袋栽植 6 株，3 重覆，誘引時將下層枝條朝約 20° 角之斜向固定，減少植株之遮蔭情形，並以滴灌方式定時提供養液供植株生長。

二、方法

(一). 立體式栽培對甜椒生育之影響

甜椒種子於室內以流水浸種催芽 2 天後，於 2005 年 1 月 3 日於中興大學溫室內播種於 72 格穴盤，育成 9 週苗，並於 2005 年 3 月 10 日定植於中興大學網室內。

每袋栽培介質體積為 50 公升 (採用昌林國際貿易有限公司進口之 Floral Potting Plant 泥炭土，長×寬×高比例分別為 75cm×42cm×9cm)，灌溉養液配方取自南投縣埔里鎮台一農場栽培甜椒之慣用配方，每袋並以 3 支滴灌管固定於介質袋的前、中、後 3 點，以定時自動灌溉。試驗採 RCBD 設計，每袋定植 6 株(雙行種植，每行 3 株)，採 3 重覆，定植後每週調查植株生育之情形，包括節間長度、葉柄長度、葉片長度、寬度及厚度等相對生長量之變化。

第一花序開花後記錄前 3 花序之開花日期，並除去第一花序。本試驗採用雙幹整枝法，每週整理並去除側枝，至第 4 花序著果之小果達 5 公分時期時，保留此果上位之 2 葉片以供應光合產物，再截去頂端以促進養分回流及果實成熟，並調查葉

片光合作用速率、各部位之醣類、大量元素及微量元素等養份分佈，及果實品質與產量等。

(二). 統計分析

調查所得數據以 SAS 套裝軟體(SAS. Institue, Cary NC)中 ANOVA(Analysis of Variance)進行變方分析(analysis of variance)($\alpha=0.05$)，以 Fisher's LSD 進行試驗間各處理平均值之比較。

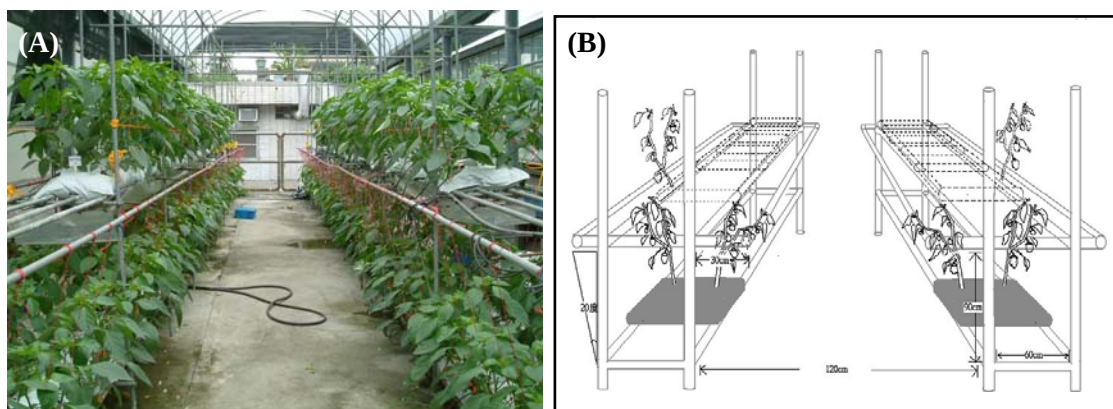


圖 1. 甜椒立體式栽培之情形(A)及其示意圖(B)

Fig. 1. Vertical culture system of *Capsicum annuum* L. (A) and schematic drawing (B).

結 果

一、立體式栽培對甜椒生長之影響

立體式栽培對甜椒各項園藝性狀之影響如表 1 所示。本試驗係於第 4 果位著果發育後，截去頂端以促進養份回流，因此，植株維持之平均節數約 13-14 節。不同栽培位置之葉片同化物質累積結果具明顯差異，上層植株之葉片鮮重約為 61.3g，低於對照組單層栽培的 90.2g，葉片鮮重之相對比率僅單層栽培的 67.9%，下層栽培雖葉片鮮重略高於上層，但僅佔單層之 90.4%，葉片乾重的調查結果呈現相似的趨勢，但下層植株之葉片乾重相對比率為 73.8%，與上層之 70.5%相當接近，顯示下層植株之葉片含水量較高。

立體式栽培對光合作用部位之影響，尤其葉面積與葉片數之變化相關。試驗結果顯示，單層栽培之葉片較小，但每節位著生之葉片數多。以每形成 1 公克乾重所需要之葉面積比率 (比葉重; Specific Leaf Area) 計算其光合作用同化效率，上層葉片之比葉重為 244.9，與單層的 243.1 接近，但下層植株則需要 305.6 才能產生 1g 之乾物質，顯見光合作用效率偏低。

開花後之生育與產量變化如表 2，下層栽培者定植後約需 22 天進入始花期，上層及單層栽培僅需 20 天，平均比下層提早約 2 天。始花節位則以單層栽培者最低，平均約於第 7.6 節始花，始果節位於第 8.1 節，著花 (果) 率為 93.8%；下層栽培者之始花節位於第 8.0 節，但始果節位約在 8.6 節，著花 (果) 率約 93%，與單層栽培者相當接近。上層植株平均始花於第 7.8 節，但始果節位在第 7.9 節，約有 98.7%之著花 (果) 率，與其他處理具有顯著之差異性。且上層栽培之甜椒單株採果數約 2.9 個，相較於單層之 2.5 個，其相對比率約 116%，確有較佳之表現，但下層之採果數僅達單層之 72%。單果重部分，每袋總產量以上層最高 (2,160 g/bag)，其次為單層 (1,715 g/bag)，平均採果量有 20 個以上，但下層之採果數僅約 15 個。上下層產量合計為 3,459 g/bag，確實較單層栽培之 1,715 g 增產近一倍，對提升單位產量已發揮效果。

表 1. 立體式栽培對甜椒園藝性狀的影響

Table 1. Effects of vertical culture system on the horticultural characters of sweet pepper.

處理 Treatment	節數 No. of node (No.)	株高 Plant height (cm)	葉片鮮重 Fresh wt. of leaves (g /plant)	葉片乾重 Dry wt. of leaves (g/ plant)	葉面積 Leaf area (cm ²)	葉片數 No. of leaf (No.)	比葉重 ^z Specific leaf area (cm ² / g)	葉果比 Ratio of Leaf no. to fruit no. (ratio)
上層 Upper layer	13.8a ^x (98.8) ^y	44.7a (98.9)	61.3b (67.9)	4.5b (70.5)	1102b (70.8)	17.3b (51.2)	248.3b (102.4)	6.1b (55.0)
下層 Lower layer	14.8a (106.0)	41.8a (92.6)	81.5ab (90.4)	4.8b (73.8)	1467a (94.3)	21.5b (63.5)	310.8a (128.2)	12.3a (110.8)
單層 Single layer	14.0a (100)	45.2a (100)	90.2a (100)	6.4a (100)	1556a (100)	33.8a (100)	242.4b (100)	11.1a (100)

^x : Means within each column followed by the same letter are not significantly different at $p \leq 0.05$ according to Fisher's protected LSD.

^y : The ratio of characters of treatment to single layer growth of pepper $\times 100\%$.

^z : Specific Leaf Area (SLA) = leaf area/ leaf dry weight

節間長度之相對生長量調查結果如圖 2(A)所示，節間長度以上層栽培者最短，至測量後期 (4 月 23 日) 生長減緩，下層栽培植株之節間長度幾乎以接近直線型上升 ($r^2 = 0.9152$)，至調查結束未有下降之趨勢。葉柄長度之變化如圖 2(B)，三種處理在葉柄長度之生長趨勢類似，但仍可看出經過 2 個月之連續調查，上層栽培者之葉柄生長曲線斜度低於其他二種處理。

不同栽培位置對甜椒葉片長、寬及厚度之影響如圖 3，葉長及葉寬之相對生長速率大致以下層大於單層及上層，定植後約 50 天葉片長寬趨於穩定，葉面積不再急速增加漸趨平緩 (圖 3A、B)。但是葉寬之生長趨勢在下層仍有微幅增加之情形，可見下層之光線不足問題引起葉片之型態變化，以爭取較大之光合作用面積。尤其自葉片厚度之差異明顯看出下層植株之葉片厚度變薄，平均每週之相對生長量僅 0.3mm，且定植後約 30 天無明顯增加生長之情形，其餘處理之相對生長量可達到 0.4mm 且持續生長(圖 3C)。

表 2. 立體式栽培對甜椒開花及產量的影響

Table2. Effects of vertical culture system on the flowering and yield of sweet pepper.

處理 Treatment	始花日數 Days to 1 st flowering (day)	始花節位 Node for 1st flower (no.)	始果節位 Node for 1st fruit (no.)	採果數 No. of fruits harvested (fruit/plant)	單果重 Wt. per fruit (g)	總產量 Total yield (g/bag)
上層 Upper layer	19.5b ^x (96.1) ^y	7.8ab (102.6)	7.9b (97.5)	2.9a (116.0)	89.2a (111.8)	2160a (125.9)
下層 Lower layer	22.3a (109.9)	8.0a (105.3)	8.6a (106.2)	1.8b (72.0)	86.6a (108.5)	1299b (75.7)
單層 Single layer	20.3b (100)	7.6b (100)	8.1b (100)	2.5a (100)	79.8b (100)	1715a (100)

^{x, y} : the same as Table 1 indicated.

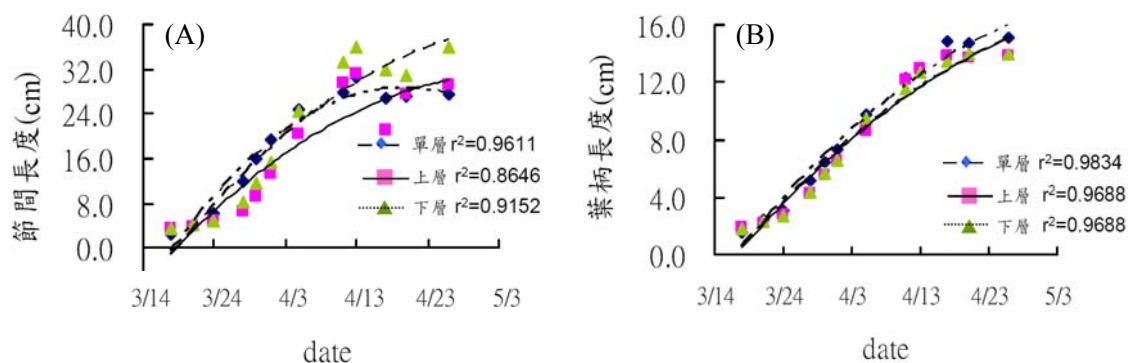


圖2. 立體式栽培對甜椒植株節間(A)與葉柄(B)生長的影響

Fig.2. Effects of vertical culture system on growth rate of internode (A) and leaf blade (B) of sweet pepper.

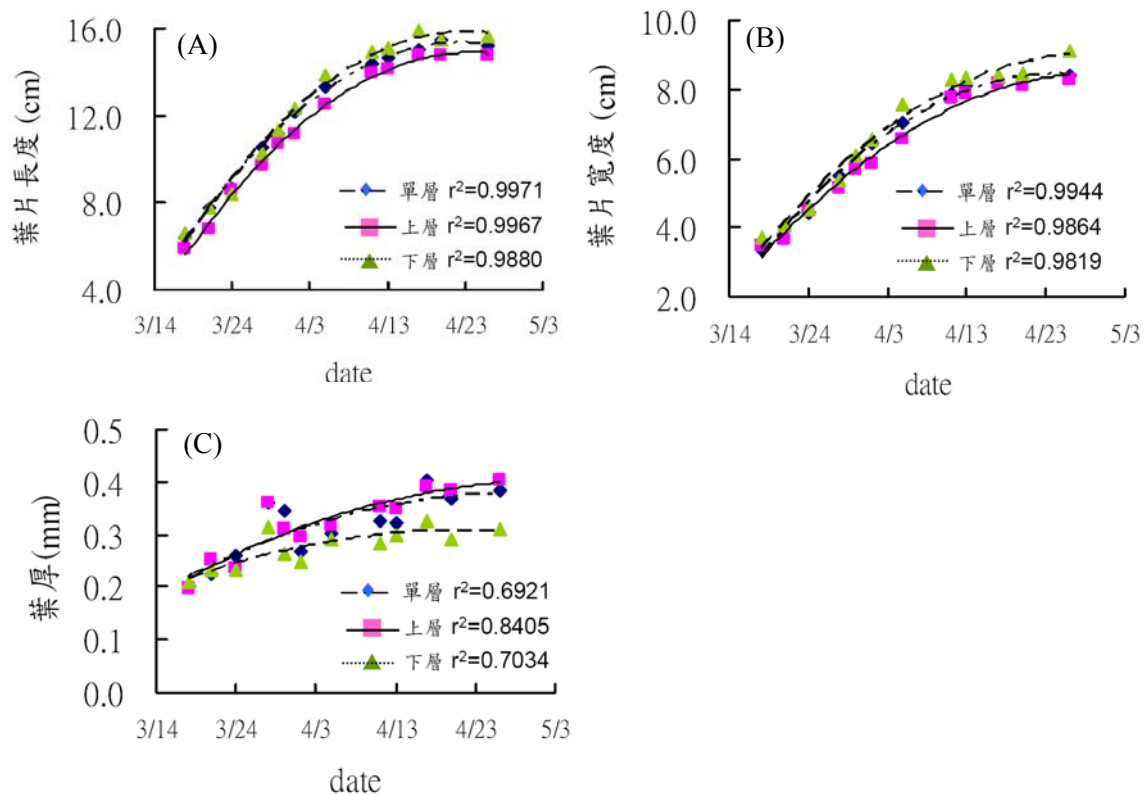


圖3. 立體式栽培之不同位置對甜椒葉片長度(A)、寬度(B)及厚度(C)之影響

Fig. 3. Effects of cultivation position of vertical culture system on leaf length (A), width (B), and thickness (C) of sweet pepper. Vertical bars represent $\pm$ SE(N=6)

二、立體式栽培對甜椒生理之影響

定植一個月後測量不同栽培位置之甜椒光合作用速率及氣孔導度之變化如表 3，光合作用速率以單層栽培之表現優於立體栽培，栽培位置對葉片光合作用速率之影響差異不明顯，但下層之葉片光合作用速率較差。此外，氣孔為植物進行光合作用及蒸散作用之水分及 CO_2 交換的主要門戶，在氣孔導度之調查結果，上層與單層栽培之葉片氣孔導度明顯高於單層處理，顯示氣體交換能力與栽培位置具有明顯之相關性。

將地上部分為上、中、下三段葉片，分別調查醣類及澱粉之含量 (表 4)。結果顯示，在三種栽培位置所採樣之不同部位葉片全可溶性醣量分佈之趨勢相似，下位葉之含醣量至少 5.1%，而上、中位葉片含醣量約在 3.66 - 3.97% 之間，具顯著差異 ($\text{LSD}_{0.05}=1.30$)。

三種栽培位置之葉片澱粉含量分別為 6.71%、5.20% 及 8.08%，單層栽培者之澱粉含量明顯高於立體栽培者，且不同採樣葉片位置對醣類及澱粉含量之影響極為顯著 ($p \leq 0.01$)，但栽培位置與不同節位之葉片間並無存在交感作用。

表 3. 立體式栽培甜椒之氣孔導度及光合作用速率變化

Table 3. Effects of cultivation position of vertical culture system on leaf photosynthesis rate and stomata conductance of sweet pepper.

栽培位置 Cultivation position	氣孔導度 Stomatal conductance (mol m ⁻² s ⁻¹)	光合作用速率 Photosynthesis rate (μmole m ⁻² s ⁻¹)
上層 Upper layer	0.95 a ^z	0.62 a
下層 Lower layer	0.58 b	0.45 b
單層 Single layer	0.80 ab	0.68 a

^z Mean followed by the same letter within each column are not significantly different by LSD (p ≤ 0.05).

表 4. 立體式栽培之甜椒在不同部位葉片的全可溶性醣類及澱粉含量之變化

Table 4. Total soluble sugar and starch contents of sweet pepper leaf in vertical culture system.

栽培位置 Cultivation position	葉片位置 Leaf position	全可溶性醣類 Total soluble sugar (D.W.%)	澱粉 Starch (D.W.%)
上層 Upper layer	上 (Upper)	3.66 c ^x	1.96 bcd
	中 (Middle)	3.97 bc	1.74 cd
	下 (Lower)	5.15 ab	3.01 a
	合計 (Total)	12.78	6.71
下層 Lower layer	上 (Upper)	3.80 c	1.19 d
	中 (Middle)	3.96 bc	1.37 d
	下 (Lower)	5.32 a	2.64 abc
	合計 (Total)	13.08	5.20
單層 Single layer	上 (Upper)	3.68 c	2.46 abc
	中 (Middle)	3.71 c	2.69 abc
	下 (Lower)	5.10 ab	2.93 ab
	合計 (Total)	12.49	8.08
栽培位置(Cultivation position)		n.s. ^y	*
葉片位置(Leaf position)		**	**
栽培×葉片(Cultivation position × Leaf position)		n.s.	n.s.

^x : the same as Table 3 indicated.^y : ns, *, ** indicated nonsignificant or significant at p=0.05 or 0.01, respectively.

立體栽培之甜椒葉片大量元素含量之變化如表 5。各處理之氮、磷之含量分佈趨勢相似，均為上位葉高於中、下位葉。顯示氮、磷之移動不受立體栽培位置之影響，且累積至植株上位葉片。鉀、鈣及鎂等元素則多累積在中、下段節位之葉片，與氮、磷之含量變化呈現相反之趨勢。三種栽培位置之處理間的差異，對氮、鉀二種元素含量之影響不顯著，但是在磷、鈣及鎂等元素含量部分，磷的含量以立體栽培者偏高 (0.79 -0.83%)，單層僅約 0.51%，呈極顯著水準差異。鈣、鎂含量則以上層栽培者最低，每克乾重所分析出之鈣、鎂含量僅有 5.58%、2.24%，已具有統計極顯著水準差異。在葉片位置之處理分析結果，所有調查之大量元素與採樣葉片之位置有極顯著水準差異，但是在栽培位置與採樣葉片部位之間除了鈣以外，並無存在顯著交互作用，顯示鈣的分佈受到栽培位置與葉片位置之相互影響甚大。

表 5. 立體式栽培之甜椒葉片的大量元素含量之變化

Table5. Macroelements contents of sweet pepper leaves in vertical culture system.

栽培位置 Cultivation position	葉片位置 Leaf position	N(%)	P(%)	K(%)	Ca(%)	Mg(%)
上層 Upper layer	上 (Upper)	4.12 a ^x	0.35 a	6.87 b	1.14 f	0.51 f
	中 (Middle)	3.30 cd	0.26 b	8.75 a	2.09 c	0.79 d
	下 (Lower)	2.96 cd	0.22 b	8.68 a	2.35 b	0.94 bc
	合計 (Total)	10.38	0.83	24.3	5.58	2.24
下層 Lower layer	上 (Upper)	4.27 a	0.34 a	6.91 b	1.59 e	0.61 ef
	中 (Middle)	3.39 bc	0.23 b	8.95 a	2.29 b	0.85 cd
	下 (Lower)	3.00 cd	0.22 b	9.17 a	2.42 b	0.90 cd
	合計 (Total)	10.66	0.79	25.03	6.30	2.36
單層 Single layer	上 (Upper)	3.85 ab	0.22 b	6.99 b	1.76 d	0.68 e
	中 (Middle)	3.15 cd	0.15 c	8.56 a	2.36 b	1.03 b
	下 (Lower)	2.84 d	0.14 c	8.58 a	2.71 a	1.18 a
	合計 (Total)	11.84	0.51	24.13	6.83	2.89
栽培位置(Cultivation position)		n.s. ^y	**	n.s.	**	**
葉片位置(Leaf position)		**	**	**	**	**
栽培×葉片(Cultivation position × Leaf position)		n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.

^x : the same as Table 3 indicated.

^y : ns, *, ** indicated nonsignificant or significant at p=0.05 or 0.01, respectively.

微量元素含量如表 6 所示，分析三種不同栽培位置之植體內鐵、錳、鋅、銅等元素含量，發現在不同葉片位置的元素分佈差異大。在頂端節位之葉片，錳、鋅含量較低，鐵則分佈於上、下二段節位之葉片，中段節位之鐵含量稍低，銅則集中在頂端節位。不同栽培位置對微量元素之吸收與分佈，除了鋅以外，均有極顯著之影響，但栽培位置與葉片部位之間，並無交感作用。

比較立體式栽培對果實品質之影響如表 7，下層栽培之果實硬度最差，果肉厚度最薄，上層及單層之間則無顯著差異。而果實色澤以上層栽培者顏色較濃綠，下層與單層栽培之對照組無顯著差異。至於維他命 C 含量以上層栽培者每百克之鮮重含量達 210.52 mg，受紫外線刺激增加生成，幾乎為下層植株含量 112.8 mg 的一倍，也明顯高於單層栽培之 163.8 mg。

表 6. 立體式栽培之甜椒葉片的微量元素含量之變化

Table 6. Microelements of sweet pepper leaves in vertical culture system.

栽培位置 Cultivation position	葉片位置 Leaf position	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
上層 Upper layer	上 (Upper)	92.21 cde ^x	89.71 e	69.77 d	7.39 ab
	中 (Middle)	85.52 e	197.60 d	117.89 ab	4.90 cd
	下 (Lower)	99.74 bc	257.65 c	126.34 a	6.15 bc
	合計 (Total)	277.47	544.96	314.00	18.44
下層 Lower layer	上 (Upper)	102.56 b	129.87 e	91.15 c	8.89 a
	中 (Middle)	102.03 b	290.93 bc	113.07 ab	5.24 cd
	下 (Lower)	111.55 a	326.09 b	114.79 ab	5.74 cd
	合計 (Total)	316.14	746.89	319.01	19.87
單層 Single layer	上 (Upper)	94.49 bcd	141.20 e	68.11 d	6.31 bc
	中 (Middle)	87.58 de	327.37 b	103.06 bc	4.40 d
	下 (Lower)	94.28 bcd	404.62 a	119.42 ab	4.39 d
	合計 (Total)	276.35	873.20	290.59	15.10
栽培位置(Cultivation position)		* * ^y	* *	n.s.	* *
葉片位置(Leaf position)		* *	* *	* *	* *
栽培×葉片(Cultivation position × Leaf position)		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

^x : the same as Table 3 indicated.

^y : ns, *, ** indicated nonsignificant or significant at p=0.05 or 0.01, respectively.

表 7. 立體栽培對甜椒果實品質之影響

Table 7. Effects of vertical culture system on fruit quality of sweet pepper.

栽培位置 Cultivation position	硬度 Hardnes (newton)	果厚 Thickness (mm)	L 值 L value	Vit.C (mg/100g F.W.)
上層 Upper layer	2.40a ^x	3.70a	40.50a	210.52a
下層 Lower layer	1.78a	3.05b	37.67ab	112.80b
單層 Single layer	2.03a	3.56a	36.52b	163.80b

^x : the same as Table 3 indicated.

討 論

一、立體式栽培對甜椒生長之影響

立體栽培技術主要係以空間之延伸，提高土地之效能，達到增產之目的。最難克服之問題即為光線之利用，由於溫室的型式與結構對光線的吸收與反射影響甚大，因此，栽培者需設法調整光線、種植密度、或以園藝操作如整枝後停心及去葉等方法加以改善。本試驗之單層栽培對地上部生長，包括葉片發育及乾物質累積等均較立體栽培為佳，顯示立體栽培之植株在外觀性狀之表現如葉片數或葉面積等，無法如同單層栽培達到枝葉茂密之程度。但果菜類之生產著重經濟部位之產量與品質，試驗結果上層袋耕之產量 2,160g/bag 明顯高於單層栽培之 1,715g/bag，增產近 25%，外觀的枝葉茂密不全然對增進產量有所助益，合理的葉面積與光合產物分配，避免嚴重遮蔭、通風不良所導致之病蟲害等，進而增進產量與品質，應是研究立體栽培之首要目的。

比葉面積 (specific leaf area, cm^2/g ; SLA) 或稱為比葉重，指每一形成單位葉重所需之平均葉面積，可視為葉片密度或葉片相對厚度之測量介量 (陳等, 1998)。Jolliffe and Gaye (1995)曾提出 SLA 可視為甜椒產量組成因子之論述。本試驗地上部之葉片數與葉面積均以單層栽培者最佳(表 1)，每形成 1 克之乾重需要 242.4 cm^2 之葉面積供應，但下層栽培之植株則需 305.6 cm^2 方能合成 1 克之乾重，顯見遮蔭影響下層植株之光合作用能力(表 3)。

單位面積內之葉面積指數 (leaf area index; LAI) 代表葉片分佈之指標 (許, 1977)。藉由生長分析瞭解作物在何階段生長速率加快，葉面積分佈是否具效率，所累積之光合產物是否能由供源 (source) 迅速移轉至生產蓄積的積貯 (sink)，以及營養生長與生殖生長之強弱等生理現象，均可作為研究立體栽培之參考 (許, 1977；陳等, 1998)。試驗結果下層植株

之節間與葉柄長度相對生長速率最高 (圖 2A、B)，葉片的伸展 (包含葉長及葉寬等) 亦以下層最大，且葉片含水量高，雖細胞增大但內容物並無明顯增加，導致葉片變薄 (圖 3C)，此結果與 Papadopoulos and Ormrod (1991) 以番茄密植栽培之研究結果一致。下層植株因遮蔭使葉面積變寬，節間長度與葉柄之生長速率加快、葉片厚度變薄等光型態改變，為植株相互競爭光線之結果。Aloni *et al.* (1996) 曾調查甜椒在低光及高溫下落花之原因，發現正常甜椒花朵含有高量之醣類及澱粉，在低光下因葉片與鄰近之花朵競爭同化物，葉片積貯強度(sink strength)大於花朵，使花朵內之碳水化合物含量下降，認為葉片與花朵競爭碳水化合物可能為影響著果之重要因子。由於葉片累積碳水化合物需有最低光照臨界值之門檻，比引起落花所需之光強度低，因此，如何在植床與栽植袋排列之配置上增加光線穿透，如栽植袋間隔排列、栽培床之離地高度加高及下層植株的枝條誘導角度加大等操作技巧，減少下層之弱光情形，應是未來需進一步探討與改進之重點 (林，2003；楊，2005；Xing, *et al.*, 1997)。

產量決取於果實數量及落花 (果) 之程度，包括採果數、單果重及單位產量等三方面，早著花之甜椒易形成著果節成性 (朱等, 2005；Marcelis *et al.*, 1995)，立體式栽培對光線利用之差異性，使下層植株因落花導致始果節位提高，開花高峰期延遲，且單株著果數平均僅 1.8 個，為正常栽培之 75%。但二層產量總計 3,499g/bag 仍高於單層約 2 倍，以經濟之觀點，雙層栽培在應用上具優勢，應有開發之潛力。

二、立體式栽培對甜椒生理之影響

本試驗調查盛花期間第一花序下第一片成熟葉片之光合作用速率，以單層栽培較佳，上下層之間無明顯差異 (表 3)。雖下層植株光線利用度不足，可能與植袋排列與整枝角度有關，但水分不均與光照不足均可能改變植株的碳水化合物分佈。尤其下層植株之葉片澱粉含量下降幅度大於上層，並轉為可溶性醣貯存於葉片中。此結果與朱等 (2005) 發表弱光下單位葉面積可溶性蛋白質含量降低，使可溶性醣含量增加之試驗結果類似。在許多種類植物的葉片中，澱粉可作為短暫的積貯(sink)以容納過量的光合產物，免於被轉換為蔗糖運出，澱粉合成的能力特別是在高光度及高二氧化碳情況下，比起一般蔗糖合成的方式，可使許多植物達到較高的光合作用率及提高澱粉合成 (Paul and Foyer, 2001)。澱粉累積的狀況已被假設為一種潛力，以解釋光合作用的回饋調整 (Huber, 1989)。

此外，立體式袋耕栽培對葉片內無機及有機成分之運移、合成及利用有所影響，尤其對光照敏感。當植株內氮、磷及鉀等大量元素吸收速率維持不變時，光合產物的累積與代謝會沖淡礦物元素的濃度，但下層之遮蔭會減弱光合作用，造成碳同化速率之減弱，引起葉片中大量元素濃度增加 (劉和康，2002)。整體而言，下層植株葉片因同化速率降低，礦物元素含量高於上層，其中氮、磷含量具顯著差異，微量元素之濃度變化大致與大量元素類似 (表 5、6)。

值得注意的是上層植株之鈣含量低於其他處理，因鈣的移動慢，中下段部位葉片累積較高濃度之鈣為正常情形，但上層栽培植株因有水分稍微蒸散過快的情形，致使鈣濃度偏

低。同時上層植株各時期果實之鈣含量亦同步降低至 0.05-0.06% (未發表資料)，雖調查時未達到缺鈣之程度，但栽培上仍需注意鈣肥之供應，以避免發生尻腐病。

參 考 文 獻

- 林英志。2003。植株密度對袋耕”花蓮亞蔬五號”番茄生長與產量之影響。興大園藝 28(2):41-56。
- 李敏、孟祥霞、孫海燕、呂劍、石運生。2002。彩色甜椒果實發育及品質形成研究。萊陽農學院學報 19(3): 187-190。
- 許福星。1977。作物生長分析及其應用。科學農業 25(11-12): 335-341。
- 陳烈夫、呂椿棠、呂秀英。1998。水芋在不同栽培季節之生長分析。中華農業研究 47(3): 220-241。
- 劉賢趙、康紹忠。2002。不同生長階段遮蔭對番茄光合作用、乾物質分配與葉 N、P、K 的影響。生態學報 22(12): 2265-2271。
- 楊瑜甄。2005。不同立體栽培模式對番茄”桃園亞蔬九號”生育及產量之影響。國立中興大學園藝學研究所碩士論文。台灣台中。
- 渡邊慎一。1999。果菜類の省力・高品質生産技術。農耕と園藝 100-103。
- Aloni, B., L. Karni, Z. Zaidman, and A. A. Schaffer. 1996. Changes of carbohydrates in pepper (*Capsicum annuum* L.) flowers in relation to their abscission under different shading regimes. Ann. Bot. 78:163- 168.
- Huber, S. C. 1989. Biochemical mechanism for regulation of sucrose accumulation in leaves during photosynthesis. Plant Physio. 91: 656-662.
- Jolliffe, P. A. and M. M. Gaye. 1995. Dynamics of growth and yield component responses of bell peppers (*Capsicum annuum* L.) to row covers and population density. Sci. Hort. 62: 153-164.
- Marcelis, L. F. M. and L. R. B. Horman-Eijer. 1995. Growth analysis of sweet pepper fruit (*Capsium annuum* L.). Acta Hort. 412: 470-479.
- Papadopoulos, A. P. and D. P. Ormrod. 1991. Plant spacing effects on growth and development of greenhouse tomato. Can. J. Plant Sci. 71:297-304.
- Paul, M. J. and C. H. Foyer. 2001. Sink regulation of photosynthesis. J. Exp. Bot. 52: 1383-1400.
- Xing, Y., X. Wang, and A. P. Papadopoulos. 1997. A multilayer soilless system for greenhouse tomato production pioneered in Shandong province, people's republic of china. HortTechnology 7(2): 169-176.

Study on the Vertical Culture System for Improving the Production of Sweet Pepper (*Capsicum annuum* L.)

Yi-Tan Fang ¹⁾ Yu Sung ²⁾ Woo-Nang Chang ²⁾ Menq-Jiau Tseng ³⁾

Key words: Sweet pepper, Vertical culture system, Bag culture

Summery

The objectives of this study were to establish the two layer of vertical culture system for improving the production of sweet pepper. The results indicated that there were no significant differences among culture systems in the parameters of plant node, plant height, leaves number, and leaves dry weight, but the leaves fresh weight, leaves area, specific leaf area (SLA), and leaf/fruit ratio were higher in upper layer of vertical culture system than in lower layer. This could be attribute to the limitation of sunlight in the lower layer, resulted in the increasing the leaf/fruit ratio, delaying the flower initiation, higher the node of initial fruit, and increasing the flower abscission. The results showed that lower the total soluble sugar and starch contents of sweet pepper leaf were found in the lower layer of vertical culture system, while higher the macroelements as well as microelements contents in the lower layer of vertical culture system. The total soluble sugar contents in the upper and middle part of sweet pepper leaf cultivated in the vertical culture system were significantly lower than those in single layer of controls. There was no significant difference in the leaf photosynthesis rate between upper and lower layer of vertical culture system, whereas the stomata conductance of sweet pepper leaf in the upper layer was significant higher in the upper layer of vertical culture system. In the parameters of fruit quality, such as color, firmness, and vitamin C contents, there was a trend for better performance in upper layer than that in the lower layer of vertical culture system.

1) Technical Specialist, Agriculture and Food Agency, COA, Taiwan, ROC. Graduate student in Ph.D. program, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

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

3) Adjunct Professor, Department of Horticulture, National Chung Hsing University.

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

利用形態性狀分析 butterhead 與 crisphead 萵苣遺傳歧異度

蔡宗育¹⁾ 宋 妤²⁾

關鍵字：萵苣、型態性狀、遺傳歧異度

摘要：本試驗利用植株形態方法進行萵苣 31 個 crisphead 形態品系及 26 個 butterhead 形態品系之遺傳歧異度研究。以 19 項外表性狀指數所得資料進行 UPGMA 群叢分析，可將 57 個品系區分成二個群組，遺傳相似度為 0.38。第一群組中 21 個品系皆為 crisphead 品系，不僅包含全部 15 個台南結球萵苣品系還包含 3 個美國品系，第一群組可細分 5 個亞群，遺傳相似度在 0.61 以上；第二群組中包含了 10 個 crisphead 品系與 26 個 butterhead 品系，第二群組可分為 6 個亞群，遺傳相似度在 0.70 以上。本實驗結果可知，萵苣種原鑑別方法可由園藝性狀如葉色、葉緣齒狀、結球性等進行分群。

前 言

萵苣(*Lactuca sativa* L.)屬菊科(compositae)萵苣屬，依食用部分可將萵苣分成嫩莖及葉用萵苣，結球萵苣依植物學上分類有不同形態，分為包被型如 butterhead 等與抱合型如 crisphead 等。人類食用萵苣的歷史，中亞可追溯兩千多年前，中國人食用萵苣則在魏晉南北朝時代即有記載。葉用萵苣為本省主要葉菜類蔬菜之一，據 2008 農業年報統計全省栽培面積二千六百多公頃。萵苣含極豐富的維生素 C 能促進新陳代謝，莖葉還含有一種苦味物質萵苣素($C_{11}H_{14}O_4$ 或 $C_{22}H_{36}O_7$)，能止痛、鎮靜、降低膽固醇及輔助治療神經衰弱(高德錚，1996)。萵苣為自花授粉作物，種原遺傳變異情形不大，除了短期葉菜類形態，其他形態生長期約 40~55 天，藉由植株形態鑑別形態種原耗時較長。目前台灣栽培所用結球萵苣品種多由國外種子公司提供，須努力以育成適合台灣環境之萵苣品種。本實驗研究目的

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

為利用園藝性狀鑑定收集的萵苣種原遺傳歧異度，找出有效形態指標，有利於萵苣種原收集及保存，協助萵苣品種改良工作之進行。

材 料 與 方 法

一、供試材料

萵苣試驗材料由行政院農業委員會農業試驗所之國家作物種原中心之萵苣種原庫中挑選試驗樣品，共有 39 個樣品，其中 13 個屬於 crisphead 及 26 個屬於 butterhead。另自行向台南區農業改良場蒐集 15 個 crisphead 以及向美國國家種原庫索取 3 抗露菌病之樣品(表 1)。樣品分別於 2006 年 10 月 3 日播種於中興大學園藝系蔬菜室網室，一部份的苗定植於盆栽種植於網室供樣品 DNA 萃取之用，另一部份的苗於 11 月 10 日定植於中興大學校區內之實習田供外表性狀調查。

二、形態性狀調查

主要依據「國家作物種原中心」所訂定之「萵苣品種特性調查項目」進行各樣品之形態性狀調查(附錄一)，部分項目參考 IPGRI(International Plant Genetic Resources Institute)之訂定標準。2006 年 12 月 15 日於中興大學校區實習田進行 19 項地上部外表性狀調查，每品系選取具代表性之植株 3~5 株。

(一)性狀統計分析

形態性狀調查所得之定量性狀以 COSTAT 軟體進行 Student-Newman-Keuls Test(顯著水準 5%)分析，以求得各品種定量性狀的差異度。

(二)性狀特徵圖譜與群叢分析

形態性狀調查所得之定性性狀，依 Gower 之相似度公式計算樣品間之遺傳相似度(Dunn, 1982)，其計算公式如下：

$$S_{ij} = \sum C_{ij} / n$$

S_{ij} 為 i 及 j 兩樣品種間之相似度，n 為調查性狀之調查數目， C_{ij} 為 i 及 j 兩樣品間差異不顯著($\alpha=0.05$)的性狀之調查數目。

凡兩樣品間調查項目差異不顯著以“+”表示，差異顯著者為“-”，累計相同項目除以總項目數為兩樣品間之相似度。利用 NTSYS2.1(Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System)套裝軟體計算各樣品兩兩間之遺傳相似度。在依平均連鎖法(unweighted pair group pair group arithmetic average, UPGMA)進行群叢分析(Cluster analysis)，所計算之值以遺傳相似度樹狀圖表示之(Sneath and Sokal, 1973)。

表 1. 供試驗萵苣種原代碼、品種名稱、結球形態

Table 1. The lettuce number、cultivar and head type.

代碼	品種名稱	備註	代碼	品種名稱	備註
PI 342492	68110	CRP*	PI 595590	Calsweet	CRP
PI 342549	68122	CRP	PI 596705	Crispy	CRP
PI 373913	Noran	CRP	PI 596710	Coolguard	CRP
PI 381937	Proeftuins Blackp	CRP	PI 284702	Urania	BUT*
PI 381936	Meikoningin	CRP	PI 285657	Rakowicka	BUT
PI 358017	Sarena	CRP	PI 342439	66042	BUT
PI 358026	Mesana	CRP	PI 342440	66043	BUT
PI 373915	Solito	CRP	PI 342441	67023	BUT
PI 372859	Korrekt	CRP	PI 342442	67027	BUT
PI 379357	9357-Glavesta	CRP	PI 271475		BUT
PI 379361	9361-Glavesta	CRP	PI 342444	67034	BUT
PI 342502	68168	CRP	PI 184113		BUT
PI 342503	68169	CRP	PI 271937		BUT
台南 01	S2668	CRP	PI 273600		BUT
台南 02	53496A	CRP	PI 274358		BUT
台南 03	TI-194	CRP	PI 274373		BUT
台南 04	US12-C-05-81	CRP	PI 274900	NO.174	BUT
台南 05	US12-C-05-85	CRP	PI 278085		BUT
台南 06	US12-C-05-88	CRP	PI 278110	48	BUT
台南 07	美麗多	CRP	PI 285650	As44	BUT
台南 08	Ogr326	CRP	PI 342495		BUT
台南 09	ポヘラヘレタス	CRP	PI 324498	68127	BUT
台南 10	夏時	CRP	PI 324501	68167	BUT
台南 11	Fallgreen mi	CRP	PI 324504	68180	BUT
台南 12	Valley green mi	CRP	PI 324505	16183	BUT
台南 13		CRP	PI 289051	Vajfej	BUT
台南 14		CRP	PI 324497	68126	BUT
台南 15	C-05-81	CRP	PI 324500	68135	BUT

*CRP：crisphead BUT：butterhead

結 果

一、植物性狀在葛苳種原之鑑別

(一) 形態性狀調查與統計分析

參考「國家作物種原中心」所訂定「葛苳品種特性調查項目」及 IPGRI 所訂定之「葛苳植株性狀調查項目」,調查 57 個葛苳樣品於生育期之地上部及結球形態性狀結果如下(表 2~表 3)。

1. 外表形態

(1) 種子顏色

31 個 CRP 品系中,大部分 17 個品系種子顏色為黑褐色,其餘 PI 342492(1)、PI 373913(3)、PI 381936(5)、PI 358017(6)、PI 358026(7)、PI 379357(10)、PI 379361 (11)、PI 342502(12)、PI 342503(13)、台南 03(16)、台南 10(23)、台南 12 (25)、台南 15(28)、PI 595590(29)等 14 個品系種子顏色為銀灰色。26 個 BUT 品系中大多為白色,僅 PI 274358(43)種子顏色為銀灰色(表 2)。

(2) 株型

31 個 CRP 品系株型皆為半展開無差異,而 BUT 品系中僅 PI (41)、PI (43)、PI (46)等 3 個品系株型為開張型,其餘 23 個 BUT 品系為半展開(表 2)。

(3) 葉形

31 個 CRP 品系葉形中,台南場 15 個品系與 PI 379361(11)、PI 595590(29)葉形皆為扇形,其餘 14 個品系中 PI 342492(1)、PI 381937(4)、PI 381936(5)、PI 358026(7)、PI 372859(9)、PI 379357(10)、PI 342503(13)等 7 個品系葉形為卵圓形,PI 342549(2)、PI 358017(6)葉形為長橢圓形,PI 373913(3)、PI 596705(30)、PI 596710(31)葉形為橢圓形,PI 373915(8)、PI 379361(11)葉形為圓形。26 個 BUT 品系中,有 13 個品系葉形為長橢圓形,而 PI 342439(34)、PI 271475(38)、PI 342444 (39)、PI 271937(41)、PI 274373(44)、PI 274900(45)、PI 278110(47)、PI 285650(48)、PI 324497(56)、PI 324500(57)等 10 個品系葉形為橢圓形,僅 PI 342441(36)、PI 273600(42)、PI 324505(53)等 3 品系葉形為扇形(表 2)。

(4) 葉色

31 個 CRP 品系葉形中,台南場 13 個品系與 PI 373913(3)、PI 342503(13)、PI 595590(29)、PI 596705(30)、PI 596710(31)等 5 個品系葉色為綠色,PI 342492 (1)、PI 373915(8)、PI 372859(9)、PI 379357(10)、台南 07(20)等 5 個品系葉色為黃綠色,PI 342549(2)與台南 07(20)葉色為濃綠色,PI 381936(5)、PI 358026(7)、PI 379361(11)葉色為淺綠色,PI 381936(5)、PI 358017(6)、PI 342502(12)葉色為綠色間紫紅色。26 個 BUT 品系中,有 9 個品系葉色為黃綠色,PI 271937(41)、PI 273600(42)、PI 278085(46)、PI 278110(47)、PI 324498(50)、PI 324497(56)、PI 324500(57)等 7 個品系葉色為淺綠色,PI 342440(35)、PI 271475(38)、PI 184113(40)葉色為綠色間紫紅色,PI 274373(44)、PI 274900(45)、PI

285650(48)、PI 342495(49)葉色為淺綠色帶點紅，PI 285657(33)與 PI 289051(55)葉色為綠色(表 2)。

(5)葉姿

CRP 與 BUT 全部 57 個品系中，僅 PI 285657(33)葉姿為直立，其餘 56 個品系葉姿皆為半直立(表 2)。

(6)葉尖端

31 個 CRP 品系中，除了 PI 342549(2)、PI 358017(6)、PI 379361(11)等 3 個品系葉尖端為鈍尖形，其餘 28 個品系葉尖端為鈍形。26 個 BUT 品系中，葉尖端皆為鈍形(表 2)。

(7)葉中肋

31 個 CRP 品系中，有 18 個品系葉中肋為綠色，其餘 PI 342492(1)、PI 373913 (3)、PI 381937(4)、PI 381936(5)、PI 373915(8)、PI 372859(9)、PI 379357(10)、PI 379361(11)、PI 342503(13)、台南 02(15)、台南 03(16)、台南 04(17)、台南 06(19)等 13 個品系葉中肋為淺綠色。26 個 BUT 品系中，僅 PI 285657(33)葉中肋為綠色，其餘 25 個品系葉中肋皆為淺綠色(表 3)。

(8)葉面形狀

31 個 CRP 品系中，僅 PI 373915(3)、PI 381937(4)、PI 381936(5)、PI 373915 (8)、PI 372859(9)等 5 個品系葉面形狀微皺，其餘 26 個 CRP 品系葉面形狀皆為皺縮。26 個 BUT 品系中，14 個品系葉面形狀為皺縮，PI 271475(38)、PI 273600 (42)、PI 274358(43)、PI 274900(45)、PI 285650(48)、PI 342495(49)、PI 324498(50)、PI 324501(51)、PI 324505(53)、PI 324497(56)、PI 324500(57)等 11 個品系葉面形狀微皺，僅 PI 285657(33)葉面形狀為平滑(表 3)。

(9)葉厚

31 個 CRP 品系中，台南場 15 個品系與 PI 358017(6)、PI 342503(13)、PI 595590(29)、PI 596705(30)、PI 596710(31)等 20 個品系葉片厚度為中，其餘 PI 342492(1)、PI 373913(3)、PI 381937(4)、PI 381936(5)、PI 358026(7)、PI 373915(8)、PI 372859(9)、PI 379357(10)、PI 379361(11)、PI 342502(12)葉片厚度為薄，僅 PI 342549(2)葉片厚度為厚。26 個 BUT 品系中，僅 PI 285657(33)葉片厚度為中，其餘 25 個品系葉片厚度皆為薄(表 3)。

(10)葉緣缺刻

31 個 CRP 品系中，PI 373913(3)、PI 381937(4)、PI 381936(5)、PI 358026(7)、PI 373915(8)、PI 372859(9)、PI 379357(10)、PI 342502(12)、PI 342503(13)等 9 個品系無葉緣缺刻，PI 342492(1)、PI 342549(2)、PI 358017(6)、PI 379361(11)、台南 03(16)、台南 09(22)、台南 10(23)、台南 11(24)、台南 12(25)、台南 14(27)、PI 595590(29)、PI 596705(30)、PI 596710(31)等 13 個品系葉緣缺刻為淺，台南 04(17)、台南 05(18)、台南 06(19)、台南 07(20)、台南 13(26)、台南 15(28)等 6 個品系葉緣缺刻為中，僅台南 08(21)葉緣缺刻為深。26 個 BUT 品系中僅 PI 284702(32)、PI 278085(46)、PI 324504(52)葉緣缺刻為淺，其

餘 23 個品系皆無葉緣缺刻(表 3)。

(11)葉緣齒狀

31 個 CRP 品系中，有 18 個品系表現葉緣齒狀為全部葉緣，台南 02(15)、台南 05(18)、台南 07(20)、台南 13(26)、台南 14(27)、PI 596705(30)、PI 596710(31)等 7 個品系表現葉緣齒狀為下部葉緣。僅台南 09(22)表現葉緣齒狀為上部葉緣。26 個 BUT 品系中，有 15 個品系無葉緣齒狀，其餘 PI 284702(32)、PI 342439(34)、PI 342442(37)、PI 271937(41)、PI 278085(46)、PI 278110(47)、PI 324504(52)、PI 324500(57)等 8 個品系表現葉緣齒狀為全部葉緣(表 3)。

(12)葉緣形狀

31 個 CRP 品系中，有 20 個品系葉緣形狀為波浪，其餘 PI 342492(1)、PI 342549(2)、PI 379361(11)、台南 02(15)、台南 04(17)、台南 05(18)、台南 07(20)、台南 08(21)、台南 09(22)、台南 11(24)、台南 13(26)等 11 個品系葉緣形狀為羽狀深裂。26 個 BUT 品系中，全部葉緣形狀皆為波浪(表 3)。

(13)結球情況

31 個 CRP 品系中，台南場 15 個品系與 PI 342492(1)、PI 358017(6)、PI 595590 (29)、PI 596705(30)、PI 596710(31)等 20 個品系會結球，PI 381937(4)、PI 381936 (5)、PI 373915(8)、PI 372859(9)、PI 379357(10)、PI 379361(11)等 6 個品系為半結球，PI 342549(2)、PI 373913(3)、PI 358026(7)、PI 342502(12)等 4 個品系不結球。26 個 BUT 品系中，PI 285657(33)、PI 342439(34)、PI 273600(42)、PI 324501 (51)、PI 324505(53)、PI 289051(55)等 6 個品系為不結球，其餘 20 個品系皆為半結球(表 3)。

(二) 性狀群叢分析

因萵苣品系之葉片性狀易受到栽培與生長環境因子影響，發現種植於戶外田間較容易顯現出葉片特徵表現，故僅以 19 項地上部葉片與結球性狀進行群叢分析。經由性狀群叢分析方法計算得到樣品間之相似度係數後，以 UPGMA 分析可得圖 1 之群叢分析樹狀圖。

57 個萵苣樣品主要分成相似度為 0.38 之二群組。第一個群組由 21 個 crisphead 品系組成，大部份 crisphead 分類於第一群組而無 butterhead 品系分類於群組一中，其相似度在 0.61 以上，台南 05(18)及台南 13(26)之相似度最高，為 0.98。第二群組由 10 個 crisphead 與 26 個 butterhead 品系組成，相似度為 0.53~0.75，將其細分為 2 亞群，則第一亞群由 PI 342549(2)與 PI 285657(33)組成，第二亞群由 PI 373913(3)、PI 381937(4)、PI 381936(5)、PI 373915(8)及 PI 372859(9)組成，相似度在 0.83 以上，第三亞群由 18 個 butterhead 品系組成，相似度為 0.83，第四亞群由 PI 373600(42)、PI 324501(51)及 PI 324505(53)組成，相似度為 0.84，第五亞群由 PI 274358(43)與 PI 278085(46)組成，相似度為 0.84，第五亞群由 PI 274358(43)與 PI 278085(46)組成，相似度為 0.78，第六亞群由 PI 358025(7)、PI 379357(10)及 PI 342502(12)組成，相似度為 0.81，第七亞群由 PI 379361(11)、PI 284702(32)及 PI 324504(52)組成，相似度為 0.75。

表 2. 57 個結球萵苣品系之外表性狀特性

Table 2. Plant morphological characteristics of 57 crisphead and butterhead accessions

代碼	種子顏色	株形	葉形	葉色	葉姿	葉尖端
PI 342492 (01)	銀灰色	半展開	卵圓形	黃綠色	半直立	鈍形
PI 342549 (02)	黑褐色	半展開	長橢圓形	濃綠色	半直立	鈍尖形
PI 373913 (03)	銀灰色	半展開	橢圓形	綠色	半直立	鈍形
PI 381937 (04)	黑褐色	半展開	卵圓形	淺綠色	半直立	鈍形
PI 381936 (05)	銀灰色	半展開	卵圓形	綠色間紫紅色	半直立	鈍形
PI 358017 (06)	銀灰色	半展開	長橢圓形	綠色間紫紅色	半直立	鈍尖形
PI 358026 (07)	銀灰色	半展開	卵圓形	淺綠色	半直立	鈍形
PI 373915 (08)	黑褐色	半展開	圓形	黃綠色	半直立	鈍形
PI 372859 (09)	黑褐色	半展開	卵圓形	黃綠色	半直立	鈍形
PI 379357 (10)	銀灰色	半展開	卵圓形	黃綠色	半直立	鈍形
PI 379361 (11)	銀灰色	半展開	扇形	淺綠色	半直立	鈍尖形
PI 342502 (12)	銀灰色	半展開	圓形	綠色間紫紅色	半直立	鈍形
PI 342503 (13)	銀灰色	半展開	卵圓形	綠色	半直立	鈍形
台南 01 (14)	黑褐色	半展開	扇形	綠色	半直立	鈍形
台南 02 (15)	黑褐色	半展開	扇形	綠色	半直立	鈍形
台南 03 (16)	白色	半展開	扇形	綠色	半直立	鈍形
台南 04 (17)	黑褐色	半展開	扇形	綠色	半直立	鈍形
台南 05 (18)	黑褐色	半展開	扇形	綠色	半直立	鈍形
台南 06 (19)	黑褐色	半展開	扇形	黃綠色	半直立	鈍形
台南 07 (20)	黑褐色	半展開	扇形	濃綠色	半直立	鈍形
台南 08 (21)	黑褐色	半展開	扇形	綠色	半直立	鈍形
台南 09 (22)	黑褐色	半展開	扇形	綠色	半直立	鈍形
台南 10 (23)	白色	半展開	扇形	綠色	半直立	鈍形
台南 11 (24)	黑褐色	半展開	扇形	綠色	半直立	鈍形
台南 12 (25)	白色	半展開	扇形	綠色	半直立	鈍形
台南 13 (26)	黑褐色	半展開	扇形	綠色	半直立	鈍形
台南 14 (27)	黑褐色	半展開	扇形	綠色	半直立	鈍形
台南 15 (28)	白色	半展開	扇形	綠色	半直立	鈍形
PI 595590 (29)	白色	半展開	扇形	綠色	半直立	鈍形
PI 596705 (30)	黑褐色	半展開	橢圓形	綠色	半直立	鈍形
PI 596710 (31)	黑褐色	半展開	橢圓形	綠色	半直立	鈍形

表 2. (續)

Table 2. (Continued)

代碼	種子顏色	株形	葉形	葉色	葉姿	葉尖端
PI 284702 (32)	白色	半展開	長橢圓形	黃綠色	半直立	鈍形
PI 285657 (33)	白色	半展開	長橢圓形	綠色	直立	鈍形
PI 342439 (34)	白色	半展開	橢圓形	綠色間紫紅色	半直立	鈍形
PI 342440 (35)	白色	半展開	長橢圓形	黃綠色	半直立	鈍形
PI 342441 (36)	白色	半展開	扇形	黃綠色	半直立	鈍形
PI 342442 (37)	白色	半展開	長橢圓形	綠色間紫紅色	半直立	鈍形
PI 271475 (38)	白色	半展開	橢圓形	黃綠色	半直立	鈍形
PI 342444 (39)	白色	半展開	橢圓形	黃綠色	半直立	鈍形
PI 184113 (40)	白色	半展開	長橢圓形	綠色間紫紅色	半直立	鈍形
PI 271937 (41)	白色	開張	橢圓形	淺綠色	半直立	鈍形
PI 273600 (42)	白色	半展開	扇形	淺綠色	半直立	鈍形
PI 274358 (43)	黑褐色	開張	長橢圓形	黃綠色	半直立	鈍形
PI 274373 (44)	白色	半展開	橢圓形	淺綠色帶點紅	半直立	鈍形
PI 274900 (45)	白色	半展開	橢圓形	淺綠色帶點紅	半直立	鈍形
PI 278085 (46)	白色	開張	長橢圓形	淺綠色	半直立	鈍形
PI 278110 (47)	白色	半展開	橢圓形	淺綠色	半直立	鈍形
PI 285650 (48)	白色	半展開	橢圓形	淺綠色帶點紅	半直立	鈍形
PI 342495 (49)	白色	半展開	長橢圓形	淺綠色帶點紅	半直立	鈍形
PI 324498 (50)	白色	半展開	長橢圓形	淺綠色	半直立	鈍形
PI 324501 (51)	白色	半展開	長橢圓形	淺綠色帶點紅	半直立	鈍形
PI 324504 (52)	白色	半展開	長橢圓形	黃綠色	半直立	鈍形
PI 324505 (53)	白色	半展開	扇形	黃綠色	半直立	鈍形
PI 324507 (54)	白色	半展開	長橢圓形	黃綠色	半直立	鈍形
PI 289051 (55)	白色	半展開	長橢圓形	綠色	半直立	鈍形
PI 324497 (56)	白色	半展開	橢圓形	淺綠色	半直立	鈍形
PI 324500 (57)	白色	半展開	橢圓形	淺綠色	半直立	鈍形

表 3. 57 個結球萵苣品系之外表性狀特性

Table 3. Plant morphological characteristics of 57 crisphead and butterhead accessions

代碼	葉中肋	葉面形狀	葉厚	葉緣缺刻	葉緣齒狀	葉緣形狀	結球狀況
PI 342492 (01)	淺綠色	皺縮	薄	淺	全部	羽狀深裂	結球
PI 342549 (02)	綠色	皺縮	厚	淺	全部	羽狀深裂	不結球
PI 373913 (03)	淺綠色	微皺	薄	無	無	波浪	不結球
PI 381937 (04)	淺綠色	微皺	薄	無	無	波浪	半結球
PI 381936 (05)	淺綠色	微皺	中	無	無	波浪	半結球
PI 358017 (06)	綠色	皺縮	中	淺	全部	波浪	結球
PI 358026 (07)	綠色	皺縮	薄	無	全部	波浪	不結球
PI 373915 (08)	淺綠色	微皺	薄	無	無	波浪	半結球
PI 372859 (09)	淺綠色	微皺	薄	無	無	波浪	半結球
PI 379357 (10)	淺綠色	皺縮	薄	無	全部	波浪	半結球
PI 379361 (11)	淺綠色	皺縮	薄	淺	全部	羽狀深裂	半結球
PI 342502 (12)	綠色	皺縮	薄	無	全部	波浪	不結球
PI 342503 (13)	淺綠色	皺縮	中	無	全部	波浪	結球
台南 01 (14)	綠色	皺縮	中	中	全部	波浪	結球
台南 02 (15)	淺綠色	皺縮	中	中	下部	羽狀深裂	結球
台南 03 (16)	淺綠色	皺縮	中	淺	全部	波浪	結球
台南 04 (17)	淺綠色	皺縮	中	中	全部	羽狀深裂	結球
台南 05 (18)	綠色	皺縮	中	中	下部	羽狀深裂	結球
台南 06 (19)	淺綠色	皺縮	中	中	全部	波浪	結球
台南 07 (20)	綠色	皺縮	中	中	下部	羽狀深裂	結球
台南 08 (21)	綠色	皺縮	中	深	全部	羽狀深裂	結球
台南 09 (22)	綠色	皺縮	中	淺	上部	羽狀深裂	結球
台南 10 (23)	綠色	皺縮	中	淺	全部	波浪	結球
台南 11 (24)	綠色	皺縮	中	淺	全部	羽狀深裂	結球
台南 12 (25)	綠色	皺縮	中	淺	全部	波浪	結球
台南 13 (26)	綠色	皺縮	中	中	下部	羽狀深裂	結球
台南 14 (27)	綠色	皺縮	中	淺	下部	波浪	結球
台南 15 (28)	綠色	皺縮	中	中	全部	波浪	結球
PI 595590 (29)	綠色	皺縮	中	淺	全部	波浪	結球
PI 596705 (30)	綠色	皺縮	中	淺	下部	波浪	結球

表 3. (續)

Table 3. (Continued)

代碼	葉中肋	葉面形狀	葉厚	葉緣缺刻	葉緣齒狀	葉緣形狀	結球狀況
PI 596710 (31)	綠色	皺縮	中	淺	下部	波浪	結球
PI 284702 (32)	淺綠色	皺縮	薄	淺	全部	波浪	半結球
PI 285657 (33)	綠色	平滑	中	無	下部	波浪	不結球
PI 342439 (34)	淺綠色	皺縮	薄	無	全部	波浪	不結球
PI 342440 (35)	淺綠色	皺縮	薄	無	無	波浪	半結球
PI 342441 (36)	淺綠色	皺縮	薄	無	無	波浪	半結球
PI 342442 (37)	淺綠色	皺縮	薄	無	全部	波浪	半結球
PI 271475 (38)	淺綠色	微皺	薄	無	無	波浪	半結球
PI 342444 (39)	淺綠色	皺縮	薄	無	無	波浪	半結球
PI 184113 (40)	淺綠色	皺縮	薄	無	無	波浪	半結球
PI 271937 (41)	淺綠色	皺縮	薄	無	全部	波浪	半結球
PI 273600 (42)	淺綠色	微皺	薄	無	無	波浪	不結球
PI 274358 (43)	淺綠色	微皺	薄	無	下部	波浪	半結球
PI 274373 (44)	淺綠色	皺縮	薄	無	無	波浪	半結球
PI 274900 (45)	淺綠色	微皺	薄	無	無	波浪	半結球
PI 278085 (46)	淺綠色	皺縮	薄	淺	全部	波浪	半結球
PI 278110 (47)	淺綠色	皺縮	薄	無	全部	波浪	半結球
PI 285650 (48)	淺綠色	微皺	薄	無	無	波浪	半結球
PI 342495 (49)	淺綠色	微皺	薄	無	無	波浪	半結球
PI 324498 (50)	淺綠色	微皺	薄	無	無	波浪	半結球
PI 324501 (51)	淺綠色	微皺	薄	無	下部	波浪	不結球
PI 324504 (52)	淺綠色	皺縮	薄	淺	全部	波浪	半結球
PI 324505 (53)	淺綠色	微皺	薄	無	無	波浪	不結球
PI 324507 (54)	淺綠色	皺縮	薄	無	無	波浪	半結球
PI 289051 (55)	淺綠色	皺縮	薄	無	無	波浪	不結球
PI 324497 (56)	淺綠色	微皺	薄	無	無	波浪	半結球
PI 324500 (57)	淺綠色	微皺	薄	無	全部	波浪	半結球

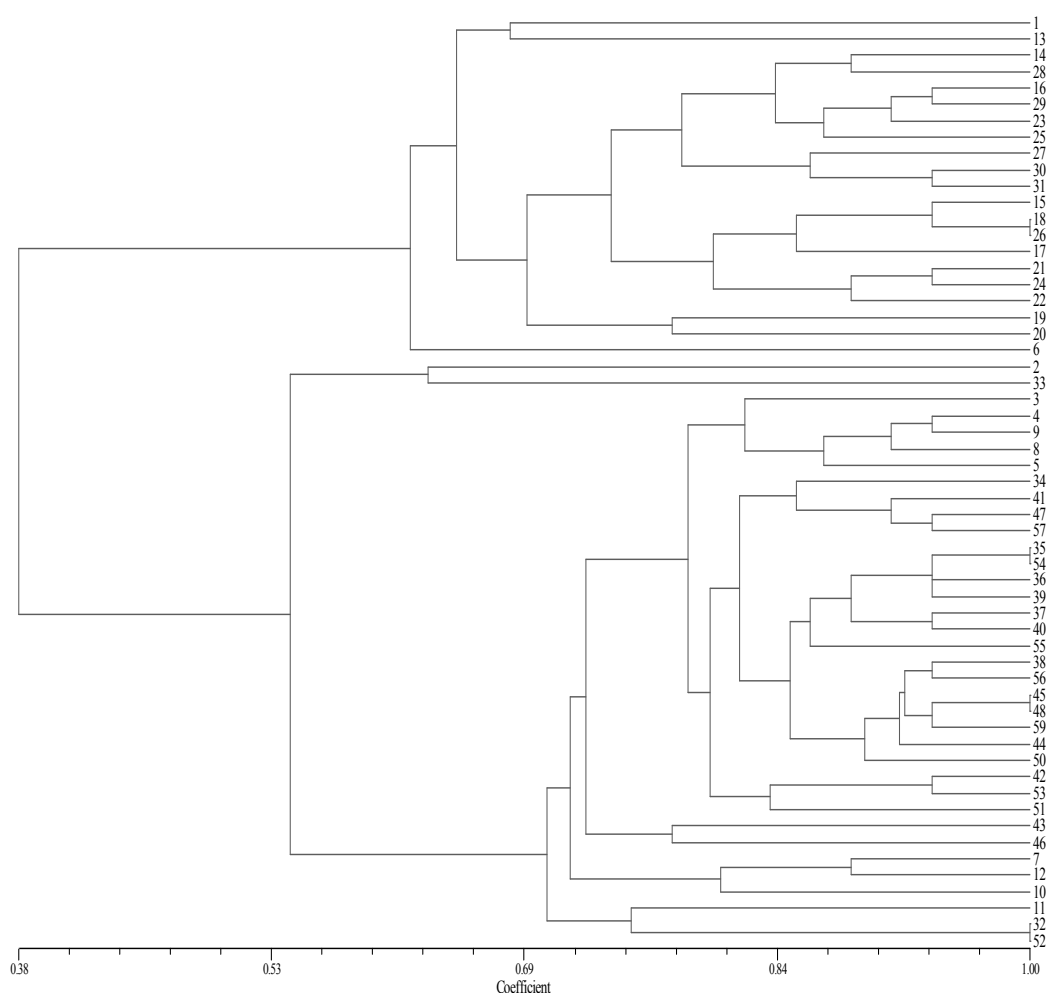


圖 1. 57 個 萵 苣 (crisphead 與 butterhead) 品 系 之 19 項 園 藝 性 狀 群 叢 分 析 樹 狀 圖

Fig. 1. The dendrogram of 57 crisphead and butterhead accessions based on 19 morphological characters.

討 論

本研究以 31 個 crisphead 及 26 個 butterhead 形態結球萵苣為研究材料，crisphead 多為結球萵苣，而 butterhead 多為半結球或不結球萵苣，於台灣二形態之萵苣皆為重要經濟蔬菜。自農業試驗所之國家作物種原中心、台南區農業改良場及向美國國家種原庫蒐集共 57 品系，對於所蒐集之種原主要依重要外部形態調查，調查項目主要針對種子顏色、葉形、葉色、結球特性等共 19 項性狀，希望能夠建立品系之形態相關資料作為參考。於所

分析的材料中不同形態萵苣可以用葉片特徵輕易分辨，但是對於同為結球、半結球、不結球之形態在進一步進行分辨時，植株生長初期外觀形態便會極為相似而不易區分，至結球期所需時間長，造成鑑別品系的困難度。

種子顏色乃一開始分類最直接的觀察，57 個萵苣樣品中發現，crisphead 品系種子顏色多為深色(黑褐色或黑灰色)，而 butterhead 品系種子顏色多為銀灰色。調查萵苣生長性狀主要為葉姿、葉片及生長性狀，結果顯示，株型多為半直立，僅 PI 285657(33) butterhead 品系為展開，位於田間可以葉姿外型鑑別。於 crisphead 及 butterhead 品系中，於葉色、葉緣缺刻、葉緣形狀及結球性狀可以形態鑑別，其他性狀差異不明顯。葉片顏色乃田間最直接觀察生長特性，crisphead 及 butterhead 等 57 個品系中，葉色分為淺綠色、綠色、濃綠色、黃綠色、淺綠色帶紅及綠色間紫紅色，其中葉片淺綠色帶紅及綠色間紫紅色的品系中 crisphead 有 PI 381936(5)、PI 358017(6)及 PI 342502(12)，而 butterhead 有 PI 342439 (34)、PI 342442(37)、PI 184113(40)、PI 274373(44)、PI 274900(45)、PI 285650(48)、PI 342495(49)及 PI 324501(51)等 11 個皆可以葉色與其他品系萵苣進行區分。葉色配合葉緣齒狀、葉面形狀則可進一步區分，如 crisphead 品系的 PI (5)葉面形狀為微皺，而 PI 358017(6)及 PI 342502(12)葉面形狀為皺縮，butterhead 品系中 PI 274900(45)、PI 285650(48)、PI 342495(49)及 PI 324501(51)葉面形狀為微皺，其餘葉面形狀為皺縮，而葉緣齒狀僅 PI 324501(51)分布於下部，而 PI 342439(34)與 PI 342442(37)分布於全部，其餘皆葉緣為全緣。葉緣形狀在 57 個萵苣品系中，表現為羽狀深裂及波浪，差異極大得以區分，調查發現羽狀深裂僅分布於 crisphead 品系中，PI 342492(1)、PI 342549(2)、PI 379361(11)、台南 02、台南 04、台南 05、台南 07、台南 08、台南 09、台南 11 及台南 13 等 11 個品系葉緣表現為羽狀深裂，其餘 46 個品系葉緣表現皆為波浪。萵苣開始結球時，結球形態易由外觀鑑別，結球品系僅出現於 crisphead 品系，而 butterhead 品系多為半結球或不結球，調查顯示結球品系之葉片較厚，葉形多為扇形，但是亦有品系葉片較厚，葉形為扇形但不結球，如 PI 342502(12)，因此觀察葉片特性無法輕易辨識結球與否。除此之外，其餘形狀於各品系中無較為明顯特異之處，僅足以分組而難以單獨判定。

將所調查性狀進行群叢分析，由樹狀圖可看出 57 個萵苣品系被分群為第一、二群組，相似度為 0.38，顯示著第一、二類群組確實因外觀有極大差異而在樹狀圖中被分開。第一群組中 21 個品系皆為 crisphead 品系，不僅包含全部 15 個台南結球萵苣品系還包含 3 個美國品系，由此可知結球特性為極易區分群組之特性，且葉片特性中，葉形多為扇形、有表現葉緣齒狀、羽狀深裂以及葉厚較厚等結球萵苣葉片特性。葉片呈現出紅色的 crisphead 品系再加上其他葉片特性，使得形態性狀分類之樹狀圖中呈現分散的現象，PI 381936(5)位於第二群組的第二亞群，PI 358017(6)位於第一群組的第五亞群，PI 342502(12)則是位於第二群組的第六亞群。第二群組中包含了 10 個 crisphead 品系與 26 個 butterhead 品系，分類於第二群組的 crisphead 品系多為不結球或是半結球品系，且葉片特性較為接近 butterhead 品系，像是葉形呈現橢圓形或長橢圓形等，而 crisphead 品系於第二群組的分布

相似度較低的第一、二、六及七亞群，而 butterhead 品系中葉色帶有紅色的 8 個品系，在第二群組中則是有 7 個品系皆包含於第三亞群，僅 PI 324501(51)位於第四亞群。

利用外表性狀調查資訊所完成的樹狀圖，分類群組中無法將 crisphead 與 butterhead 品系完全分類，說明利用形態上之分群進行遺傳歧異度之分析，無法做有效之分群(Persson *et al.*, 2000)。學者曾表示植株外表形態易受到外在環境與栽培管理所影響，萵苣外表性狀差異性並不表示基因型有差異(Bachmann, 1992)，某些植株形態特徵於評估遺傳相似度或是距離時，所提供的訊息並非絕對，須賴以其他分類方法評估所蒐集萵苣遺傳歧異度(Persson *et al.*, 2000)。

參 考 文 獻

- 高德錚。1996。生菜萵苣知多少。台中區農業專訊。15: 25。
- Bachmann, K. 1992. Phenotypic similarity and genetic relationship among populations of *Microseris bigelovii* (Asteraceae:Lactuceae). *Botanica Acta*. 105:337-42.
- Persson, H. A., K. Runpunen, and L. K. Möllerstedt. 2000. Identification of culinary rhubarb (*Rheum* spp.) cultivars using morphological characterization and RAPD markers. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 75(6):684-689.
- Sneath, P. H. A. and R. R. Sokal. 1973. Numerical taxonomy:the principles and practice of numerical classification. W. H. Freeman and Co., San Francisco. CA.

Genetic Diversity in Butterhead and Crisphead Lettuce (*Lactuca sativa* L.) by Using Morphological Traits.

Tzung-Yu Tsai ¹⁾ Yu Sung ²⁾

Key words: Lettuce, Genetic diversity, Morphological traits.

Summary

The genetic diversity of 31 butterhead (BUT) and 26 crisphead (CRP) accessions were evaluated by morphological traits. Data for 19 morphological traits were subjected to a genetic diversity analysis, after which a UPGMA cluster analysis was performed. The 57 accessions were clustered into 2 groups according to type with genetic similarity of 0.38. The first group included 15 accessions from Tainan and 3 accessions from the National Germplasm of the USA, which were clustered into 5 subgroups with the similarity beyond 0.61. The second group included 10 crisphead and 26 butterhead accessions, which were clustered into 6 subgroups with the similarity beyond 0.70. Lettuce germplasm could be identified by morphological characteristics such as leaf color, leaf texture and head type.

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

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

Corresponding author.

報歲蘭品種之種子發芽

徐 權 君¹⁾ 張 正²⁾

關鍵字：報歲蘭、種子發芽、根莖

摘要：本實驗使用 25 種報歲蘭品種，採收自花授粉後 150 天齡的蒴果進行播種，探討不同報歲蘭品種種子發芽的速度、數量以及根莖形成數量之差異。各品種的發芽率從 0.1 % 至 27.7 % 不等，差異很大，而發芽較早且發芽率較高的品種依序為瑞玉報歲蘭、大勳報歲蘭及玉觀音報歲蘭，培養第 48 週時發芽率分別為 27.7 %、17.8 % 和 13.9 %。報歲蘭種子發芽後會形成根莖，當培養至第 48 週時，14 種報歲蘭品種的根莖形成率低於 1 %，且長度短於 3 mm。培養 48 週後形成長於 10 mm 根莖的品種包括旭晃報歲蘭、白花報歲蘭、櫻姬報歲蘭、金鳥報歲蘭、玉觀音報歲蘭、大勳報歲蘭、瑞玉報歲蘭和水晶報歲蘭等。

前 言

報歲蘭(*Cymbidium sinensis* (Jackson ex Andr.) Willd.) 是地生性蕙蘭屬植物，其種子屬於不易發芽的一類(王, 1981)，種子經無菌播種後形成原球體，無論在照光或黑暗環境下，原球體會發育成根莖，然後才從根莖上抽出芽體及長根。報歲蘭種子發育與無菌播種的研究已超過 20 年，包括授粉與受精(葉和郭, 1995)、胚胎發育(李, 1991; Huang *et al.*, 1998)、種子發芽(王, 1981; 李, 1991; 魯等, 1999)與根莖培養至成苗(廖, 1992; 廖, 1995; 張, 1989; 張, 1997; 蕭, 2000; Chang and Chang, 2000; Huang and Okubo, 2005^{a,b})，因此對於報歲蘭的有性繁殖技術已有相當基礎。王(1981)認為蘭花種皮之不透水性可能是導致種子不易發芽的原因，呂(1988)和李(1991)分別以超音波處理素心蘭(*Cym. ensifolium* var. *misericors*)和報歲蘭種子，可將種皮振破並使胚裸露且發芽率較高，顯然種皮對種子發芽具有很大限制。王(1981)認為報歲蘭授粉後五個月時較適合播種，此時胚正發育至原球胚階段且種皮尚未死亡，而報歲蘭種子自授粉後 137 天起才具有發芽能力，而以 150 天的種子發芽能力較高

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系助理教授，通訊作者。

(李, 1991)。然而, 報歲蘭的品種非常多, 前者提出對於報歲蘭合適的播種時期是否適用於所有的品種仍值得探討。彭等(2000)以三種品種報歲蘭為材料, 使用 250–350 天齡(days after pollination; DAP)蒴果的種子進行播種, 在播種後 140–155 天發芽形成原球體, 其發芽率最高的為 18 % (企劍報歲蘭, *Cym. sinensis* ‘Qijian’), 其次為 12 % (金邊報歲蘭, *Cym. sinensis* ‘Jingbian’)及 10 % (仙殿報歲蘭, *Cym. sinensis* ‘Xiandian’), 顯示相同果實成熟度下不同的品種的發芽能力不同。本實驗的目的即瞭解不同報歲蘭品種在有性繁殖上的優劣, 因此採收 150 DAP 的蒴果進行播種, 探討不同報歲蘭品種間種子發芽的速度、數量以及根莖形成數量之差異。

材 料 與 方 法

一、植物材料

本實驗使用 25 種報歲蘭品種(表 1), 購自台中縣新社鄉陳吉輝先生, 種植在國立中興大學園藝試驗場(台中縣霧峰鄉吉峰村民生路 413 號)水牆風扇溫室中。植株以石塊和泥炭土混合介質種植, 每週澆水及施用 Peter’s 液肥(20-20-20, 稀釋 2000 倍)各一次。溫室環境條件為, 月均溫 16.5 (2 月)–30℃(7 月)、相對濕度 70–83 %及光強度 4000–7000 Lux。各品種於 2007 年 2–3 月間進行自花授粉, 授粉後 150 天採收其蒴果一個進行無菌播種。

二、試驗方法

(一) 種子發芽培養基配製：

培養基以 MS 配方為基礎(Murashige and Skoog, 1962), 除含鐵化合物濃度不變外, 其餘鹽類濃度降低至 1/10 濃度, 培養基中含有全量 MS 維生素及 Glycine、myo-Inositol 100 mg/l、 NaH_2PO_4 170 mg/l、Peptone 1 g/l、Sucrose 20 g/l, 另添加椰子水 150 ml/l、活性炭 1 g/l, 將 pH 值調整為 5.2 後加入 Agar 8 g/L 微波加熱至沸騰, 以分注器將培養基注入 20 mm × 150 mm Pyrex (no. 9820)玻璃試管中, 每隻試管內含有 9 ml 培養基, 以單層鋁箔紙霧面向上封口。將培養基放入滅菌釜中, 於 121℃、 1.2 kg cm^{-2} 條件下滅菌 15 分鐘後製作成斜面, 放置 1 週用於無菌播種試驗。

(二) 無菌播種：

採收的蒴果於 3 日內進行播種。首先將殘餘花被片去除後, 以 75%酒精擦拭表面, 尤其柱頭與子房凹陷溝紋處需擦拭乾淨。將清潔過的蒴果浸泡在 1 %次氯酸鈉溶液中(Clorox®, 含 6%有效氯), 並添加 1 滴 Tween 20, 進行滅菌 20 分鐘, 接著以無菌水快速漂洗 2 次, 第 3 次清洗 1 分鐘。於無菌操作台中將子房上端與柱頭切除, 沿著心皮接合處將子房切開, 暴露出胎座與種子, 以鑷子夾取種子均勻撒播在試管中, 每支試管含有約 250 粒種子, 每個蒴果各播種 10–11 支試管, 培養在 $23.5 \pm 0.7^\circ\text{C}$ 、光強度 $66 \pm 18 \text{ lux}$ 散射光源環境條件下。自培養第 8 週起, 每隔 4 週於解剖顯微鏡(SMZ 645; NIKON)下觀察

並記錄種子發芽百分率與根莖形成率直到第 48 週，當胚膨大突破種皮時視為萌芽，當胚持續膨大且伸長至 1 mm 以上時視為發育成根莖。種子發芽百分率為試管內「總發芽種子數 ÷ 播種種子數 × 100 %」，根莖形成率為試管內「根莖數 ÷ 播種種子數 × 100 %」，使用 Duncan's 多變域分析比較品種間的差異。將根莖分成 4 個等級，(1) < 3 mm、(2) 3 – 7 mm、(3) 7 – 10 mm 以及 (4) > 10 mm，並計算每隻試管產生各種等級根莖的比例與數量。

結 果

從 25 種報歲蘭品種採得的 150 DAP 蒴果，其外觀性狀列於表 1。蒴果大小差異大，從較小的華光蝶報歲蘭長 3.76 cm、寬 0.97 cm、重 0.96 g 到較大的山川報歲蘭長 7.24 cm、寬 1.54 cm、重 5.49 g 和龍鳳報歲蘭長 6.59 cm、寬 1.63 cm、重 5.12 g，長、寬差約 2 倍，重量的差異更高達 5–6 倍，顯然不同的品種上，蒴果的發育程度不同。多數品種的蒴果呈現紡錘型且表皮呈綠色或淺綠色(表 1)，而喜菊報歲蘭的蒴果則較細長。25 種報歲蘭的種子於播種 8 週後開始有種子萌芽(表 2)，萌芽率從 0.1(金山報歲蘭、萬榮報歲蘭、華光蝶報歲蘭、金鼎報歲蘭、水晶報歲蘭及漢光報歲蘭)– 14.6 % (瑞玉報歲蘭)，由此可知在 25 種品種中，瑞玉報歲蘭的種子在 150 DAP 後具有較高的發芽率，其次為大勳報歲蘭(4.7 %)。多數的品種之 150 DAP 種子在播種後 16 週時，種子發芽趨於平緩(除新高山報歲蘭未調查外)，而持續培養至 32 週，期間有種子陸續發芽，大勳報歲蘭在培養後 20–24 週間，發芽率從 10.8 % 增加到 14.0 %，是較早出現第二次發芽率大幅增加的品種。持續培養至 32 和 48 週後進行調查，少部分品種仍然有明顯發芽率上升的情形，例如金鳥報歲蘭(6.3–7.3 %)、玉觀音報歲蘭(12.0–13.9 %)、瑞玉報歲蘭(26.0–27.7 %)以及萬代福報歲蘭(11.3–14.4 %)，其中萬代福報歲蘭的發芽率增加較高。此外，龍鳳報歲蘭、復興寶報歲蘭、築子之松報歲蘭、華光蝶報歲蘭、金鼎報歲蘭及漢光報歲蘭的發芽率不到 1 %。培養 48 週後，發芽率較高的品種為瑞玉報歲蘭(27.7 %)，其次為大勳報歲蘭(17.8 %)及玉觀音報歲蘭(13.9 %)。

培養了 48 週後復興寶報歲蘭、龍鳳報歲蘭種子雖然有少部分發芽，但沒有形成根莖(表 2、3)。此外，龍鳳報歲蘭、金山報歲蘭、築子之松報歲蘭、白花報歲蘭、紅玉報歲蘭、喜菊報歲蘭、華光蝶報歲蘭、金鼎報歲蘭、水晶報歲蘭和漢光報歲蘭播種後形成根莖的比率皆低於 1 %，且這些根莖的長度幾乎都小於 3 mm。相較於這些品種，瑞玉報歲蘭的根莖形成率達 20.5 %，其次為玉觀音報歲蘭(8.2 %)和大勳報歲蘭(6.2 %)，是所有品種中較多的。25 個品種中，其中 17 種品種可產生 2 級以上(> 3 mm)的根莖(表 3)，但數量仍相當少，其餘包括金山報歲蘭、山川報歲蘭、紅玉報歲蘭、喜菊報歲蘭、金鼎報歲蘭、萬代福報歲蘭所產生的根莖大小為第 1 級(< 3 mm)，此外，培養 48 週後產生 > 10 mm 根莖的品種則有旭晃報歲蘭、白花報歲蘭、櫻姬報歲蘭、金鳥報歲蘭、玉觀音報歲蘭、大勳報歲蘭、瑞玉報歲蘭、水晶報歲蘭。

表 1. 25 種報歲蘭果實性狀

Table1. Character of fruit in 25 varieties of *Cymbidium sinensis*.

Pohtograph	Varieties of <i>Cym. sinensis</i> ^z	Length of fruit (cm)	Width of fruit (cm)	Weight (g)	Color
	旭光錦 (‘Xu-guang-jin’)	5.42	1.00	1.80	Green
	龍鳳 (‘Long-fong’)	6.59	1.63	5.12	Green
	復興寶 (‘Fu-sing-bao’)	5.42	1.35	2.29	Green
	旭晃 (‘Xu-huang’)	5.93	1.07	2.20	Green
	金山 (‘Jin-shan’)	6.25	1.26	2.67	Green
	築子之松 (‘Zhu-zi-zhi-song’)	6.76	1.31	3.41	Green
	山川 (‘Shan-chuan’)	7.24	1.54	5.49	Light-green
	白花 (‘Bai-hua’)	5.43	1.23	2.42	Green
	櫻姬 (‘Ying-ji’)	5.55	1.24	2.87	Green
	金鳥 (‘Jin-niao’)	5.23	1.22	2.34	Green
	新高山 (‘Sin-gao-shan’)	5.49	1.31	3.23	Green
	笑玉 (‘Siao-yu’)	5.86	1.27	3.12	Green

Continued

Continued table 1.

	萬榮 ('Wan-rong')	5.13 ± 0.18	1.35 ± 0.26	3.47 ± 1.20	Green
	紅玉 ('Hong-yu')	5.04	1.18	2.13	Green
	喜菊 ('Si-jyu')	6.83	1.24	2.96	Green
	玉觀音 ('Yu-guan-yin')	4.00	1.31	2.60	Yellowish green
	大勳 ('Da-syun')	4.70	1.21	2.27	Green
	華光蝶 ('Hua-guang-die')	3.76	0.97	0.96	Green
	石門 ('Shih-men')	5.31	1.30	2.74	Green
	金鼎 ('Jin-ding')	5.85	1.51	3.85	Green
	瑞玉 ('Ruei-yu')	4.77	1.48	3.49	Green
	水晶 ('Shui-jing')	5.10	1.85	5.63	Green
	唐山虎 ('Tang-shan-hu')	5.56	1.26	2.44	Green
	漢光 ('Han-guang')	5.93	1.36	3.57	Green
	萬代福 ('Wan-dai-fu')	4.95	1.59	3.98	Green

^z Size and weight of *Cym. sinensis* 'Wan-rong' was average of three capsules.

表 2. 25 個報歲蘭種子萌芽情形

Table 2. Seed germination percentage in 25 varieties of *Cym. sinensis*.

Varieties of <i>Cym. sinensis</i>	Time after culture (weeks) ^z									
	8	12	16	20	24	28	32	48		
旭光錦 ('Xu-guang-jin')	0.7def	1.8fg	1.9ghi	2.0ghi	2.1ijkl	2.1klm	2.1ijk	2.3ijk		
龍鳳 ('Long-fong')	0.1ef	0.1jk	0.1l	0.1k	0.1no	0.1op	0.2l	0.3lm		
復興寶 ('Fu-sing-bao')	0.0f	0.1jk	0.1l	0.1k	0.2no	0.2op	0.2l	0.2lm		
旭晃 ('Xu-huang')	0.3def	0.3ijk	0.3kl	0.3jk	0.3no	0.3op	0.3l	0.8klm		
金山 ('Jin-shan')	0.1ef	0.6hijk	0.6kl	0.6jk	0.6mno	0.6nop	0.6kl	0.8klm		
築子之松 ('Zhu-zi-zhi-song')	0.0f	0.0k	0.0l	0.1k	0.1no	0.1op	0.1l	0.1lm		
山川 ('Shan-chuan')	0.8def	2.0f	2.9ef	3.1f	3.3ghi	3.7hi	3.8gh	3.8fghi		
白花 ('Bai-hua')	0.0f	0.1jk	0.3kl	0.4jk	0.5mno	0.6nop	0.7kl	1.0klm		
櫻姬 ('Ying-ji')	0.5def	1.2ghij	1.5ghijk	1.5ghij	1.5klmn	1.6klmno	1.6kl	1.8kl		
金鳥 ('Jin-niao')	1.0de	3.4e	4.8d	4.9e	5.4f	6.2f	6.3f	7.3e		
新高山 ('Sin-gao-shan')	0.7def	3.6e	—	6.3d	6.7e	7.7e	8.0e	8.7e		
笑玉 ('Siao-yu')	0.4def	1.8fg	2.0fgh	2.1fgh	2.2ijk	2.9hijk	2.9hij	2.9hij		
萬榮 ('Wan-rong')	0.1ef	2.1f	3.9de	4.2e	4.5fg	5.0fg	5.1fg	5.3f		
紅玉 ('Hong-yu')	0.2def	0.4hijk	0.6kl	0.6jk	0.6mno	0.6nop	1.0kl	1.1klm		
喜菊 ('Si-ju')	0.2def	0.5hijk	0.9hijkl	1.2hijk	1.2klmno	1.3lmnop	1.6kl	2.4ijk		
玉觀音 ('Yu-guan-yin')	1.9c	6.3c	6.0c	9.6c	10.7c	11.6c	12.0c	13.9c		
大勤 ('Da-syun')	4.7b	8.8b	10.1b	10.8b	14.0b	15.6b	17.1b	17.8b		
華光蝶 ('Hua-guang-die')	0.1ef	0.1jk	0.1l	0.1k	0.1no	0.1op	0.1l	0.1lm		
石門 ('Shih-men')	0.3def	0.8ghijk	1.2hijkl	1.2hijk	1.7klm	2.0klmn	3.2hi	3.9fghi		
金鼎 ('Jin-ding')	0.1ef	0.1jk	0.1l	0.2k	0.3no	0.3op	0.5l	0.8klm		
瑞玉 ('Ruei-yu')	14.6a	20.0a	20.4a	22.9a	23.0a	24.6a	26.0a	27.7a		
水晶 ('Shui-jing')	0.1ef	1.3fghi	1.7ghij	1.9fghi	2.0ijkl	2.5ijkl	2.7hij	3.0hij		
唐山虎 ('Tang-shan-hu')	0.6def	1.4fgh	2.5fg	2.6fg	2.7hij	3.3hij	3.6hi	4.7fg		
漢光 ('Han-guang')	0.1ef	0.6hijk	0.8ijkl	0.8ijk	0.8lmno	0.8mnop	0.9kl	0.9klm		
萬代福 ('Wan-dai-fu')	2.2c	4.2de	6.5c	6.8d	7.4de	9.8d	11.3cd	14.4c		

^z Different letters within a column indicate significant differences at $P = 0.05$ by Duncan's multiple range test.

表 3. 25 個報歲蘭品種根莖形成與長度之百分率

Table 3. Percentage of produced and size of rhizomes in 25 varieties of *Cym. sinensis*.

Varieties of <i>Cym. sinensis</i>	Rhizomes produced (%) ^x	Rhizome size (mm) ^y			
		< 3 mm	3–7 mm	7–10 mm	>10 mm
旭光錦 ('Xu-guang-jin')	2.0efgh	70.0(2.0)	20.0(0.6)	10.0(0.3)	0.0(0.0)
龍鳳 ('Long-fong')	0.0i	—	—	—	—
復興寶 ('Fu-sing-bao')	0.0i	—	—	—	—
旭晃 ('Xu-huang')	1.3fghi	66.7(0.7)	0.0(0.0)	0.0(0.0)	33.3(0.3)
金山 ('Jin-shan')	0.3i	100.0(0.6)	0.0(0.0)	0.0(0.0)	0.0(0.0)
築子之松 ('Zhu-zi-zhi-song')	0.1i	66.7(0.2)	0.0(0.0)	33.3(0.1)	0.0(0.0)
山川 ('Shan-chuan')	1.3fghi	100.0(3.0)	0.0(0.0)	0.0(0.0)	0.0(0.0)
白花 ('Bai-hua')	0.6i	51.4(1.8)	22.9(0.8)	17.1(0.6)	8.6(0.3)
櫻姬 ('Ying-ji')	1.3fghi	39.1(1.3)	43.5(1.4)	13.0(0.4)	4.3(0.1)
金鳥 ('Jin-niao')	4.6d	62.5(5.6)	34.7(3.1)	0.0(0.0)	2.8(0.3)
新高山 ('Sin-gao-shan')	4.4d	92.6(10.9)	4.3(0.5)	3.2(0.4)	0.0(0.0)
笑玉 ('Siao-yu')	1.1hi	81.8(1.8)	18.2(0.4)	0.0(0.0)	0.0(0.0)
萬榮 ('Wan-rong')	2.1efgh	97.7(4.8)	2.3(0.1)	0.0(0.0)	0.0(0.0)
紅玉 ('Hong-yu')	0.2i	100.0(0.1)	0.0(0.0)	0.0(0.0)	0.0(0.0)
喜菊 ('Si-jyu')	0.9hi	100.0(2.6)	0.0(0.0)	0.0(0.0)	0.0(0.0)
玉觀音 ('Yu-guan-yin')	8.2b	95.7(20.2)	3.8(0.8)	0.5(0.1)	0.0(0.0)
大勳 ('Da-syun')	6.2c	63.8(12)	22.3(4.2)	8.5(1.6)	5.3(1)
華光蝶 ('Hua-guang-die')	0.1i	75.0(0.3)	25.0(0.1)	0.0(0.0)	0.0(0.0)
石門 ('Shih-men')	1.2hi	94.4(2.1)	5.6(0.1)	0.0(0.0)	0.0(0.0)
金鼎 ('Jin-ding')	0.1i	100.0(0.2)	0.0(0.0)	0.0(0.0)	0.0(0.0)
瑞玉 ('Ruei-yu')	20.5a	85.5(36.8)	9.3(4.0)	3.5(1.5)	1.7(0.8)
水晶 ('Shui-jing')	0.8i	62.5(0.8)	12.5(0.2)	12.5(0.2)	12.5(0.2)
唐山虎 ('Tang-shan-hu')	2.8e	60.5(3.3)	25.6(1.4)	2.3(0.1)	0.0(0.0)
漢光 ('Han-guang')	0.6i	90.0(1.3)	10.0(0.1)	0.0(0.0)	0.0(0.0)
萬代福 ('Wan-dai-fu')	3.9d	100.0(9.0)	0.0(0.0)	0.0(0.0)	0.0(0.0)

^x Different letters within a column indicate significant difference at $P = 0.05$ by Duncan's multiple range test.

^y The number in parentheses is number of rhizomes per tube.

^z '—' means no rhizomes produced.

討 論

本實驗中採用的報歲蘭共有 25 種，根據王(1981)和李(1991)的研究指出，報歲蘭最合適的播種時期為授粉後 150 天(DAP)。同樣地，本實驗於授粉後第 150 天採收當年授粉的蒴果進行無菌播種實驗。然而在蒴果的外觀大小不一，顯然不同品種的蒴果型態與生長速度不同(表 1)。而在播種時觀察到各品種採收回來的蒴果剖開後，內部的種子仍與胎座連接，且富含水分具有黏性，此時部份種子的胚剛好發育到原球胚的階段(李, 1991)，用於無菌播種發芽速度最快(李, 1997^a)。經過培養後第 8 週起開始調查，此時大多數的品種發芽率極低，甚至不發芽，然而大勳報歲蘭、瑞玉報歲蘭的發芽率高，分別為 4.7 % 和 14.6 % 且相對下較為迅速，顯然這兩個品種在 150 DAP 成熟度下是具有較高發芽潛力。此外，本實驗中未添加任何的生長調節劑，因李(1997^b)認為生長調節劑的施用對於報歲蘭種子的萌芽沒有幫助。彭等(2000)以三種報歲蘭進行發芽試驗，結果以 1/2 MS 培養基的發芽最好，發芽率分別為金邊報歲蘭 12 %、企劍報歲蘭 18 % 及仙殿白花報歲蘭 10 %。此外，彭等(2000)亦認為添加椰子水有助於種子的萌芽(張和歐, 1995)。而魯等(1999)將報歲蘭種子播種在 MS 培養基上 4 個月後才有種子萌芽，且呂等(1992)與李(1997^a)則指出素心蘭、四季蘭和報歲蘭的種子發芽喜低濃度鹽類，因此本實驗所使用的培養基為修改自 MS 配方，將鹽類濃度降低到 1/10 並添加 15 % 椰子水，較利於報歲蘭種子的萌發，以比較不同品種間種子發芽的影響以及評估其作為親本的潛力。

從種子發芽的情形來看，瑞玉報歲蘭、大勳報歲蘭和玉觀音報歲蘭的發芽率是所有品種中較高的(表 2)，亦即這幾個品種具有發芽率高的特點，相當適合作為縮短報歲蘭育種時間的親本。如同魯等(1999)所觀察，報歲蘭的種子發芽期不一致，先後的時間可相差半年以上，甚至長達一年(邱和王, 1985)。而在本實驗中連續培養了 48 週，各品種的種子也都陸續發芽，除發芽率極低的品種(築子之松報歲蘭與華光蝶報歲蘭等)外，未有完全停滯的現象，推測可能在培養期間，未夠成熟的種子仍可經由培養基吸收養分持續胚的發育，待胚發育到足以發芽時即可萌發。

報歲蘭的種子萌芽後隨即形成根莖(廖等, 1997)，根莖是地生性蕙蘭屬發芽後典型的形態，根莖上佈滿許多的側芽，可藉由側芽培養獲得大量的根莖(王, 1981)。本實驗中有種子發芽的品種，其根莖的產生率從 0.1–20.5 % 不等，同樣的發芽率高的品種，其根莖產生率也較高，瑞玉報歲蘭的根莖形成率有 20.5 %，玉觀音報歲蘭的根莖也有 8.2 % 形成，但培養了 48 週後根莖的大小幾乎低於 3 mm，少有長至 10 mm 以上(表 3)。而從表 2、3 的觀察可知，此 25 個品種中，瑞玉報歲蘭具有發芽率高且根莖形成率多的特性，作為親本使用或許可縮短播種的時間，並獲得足夠的培養材料。

參考文獻

- 王博仁。1981。蕙蘭屬的無菌播種與器官分化。中央研究院植物研究所專刊第四號。p. 22-30。中央研究院植物研究所。台北。
- 李志仁。1991。報歲蘭與素心蘭之開花與種子無菌播種發芽之研究。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文。94 pp.。
- 李晔。1997^a。素心蘭、四季蘭和報歲蘭之無菌發芽。海峽兩岸森林生物技術及環境變遷對森林生態系之影響研討會論文集。p. 500-518。國立台灣大學農學院森林科學研究所等。台北。
- 李晔。1997^b。國蘭類無菌繁殖技術。園藝作物組織培養研究與技術手冊。p. 81-93。農林廳種苗改良繁殖場。臺中。
- 呂依倫。1988。素心蘭與鳳蘭之無菌播種與器官分化。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文。170 pp.。
- 呂依倫、李志仁、李晔。1992。培養基成分對素心蘭種子無菌發芽之影響。中國園藝。38: 161-169。
- 邱金春、王博仁。1985。嘉德麗雅蘭與蕙蘭種子發芽與芽的形成。中國園藝。31: 10-22。
- 張志勝、歐秀娟。1995。墨蘭的組織培養。園藝學報。22(3): 303-304。
- 張耀乾。1989。台灣一葉蘭之組織培養與報歲蘭根莖之器官分化。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文。125 pp.。
- 張正。1997。素心蘭和報歲蘭組織培養與繁殖之研究。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文。121 pp.。
- 彭曉明、曾宋君、張京麗、趙逢畔。2000。三種墨蘭的瓶播培養(簡報)。熱帶亞熱帶植物學報。8(1): 60-62。
- 葉秀璘、郭俊彥。1995。墨蘭雌配子體和胚胎發生。熱帶亞熱帶植物學報。3(1): 54-58。
- 廖敏君。1992。素心蘭和報歲蘭根莖誘導芽體和芽生長之研究。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文。98 pp.。
- 廖曼利。1995。壹、光度及肥料濃度對報歲蘭營養生長與生殖生長的影響。貳、培養基成分、光線及溫度對報歲蘭根莖生長與分化的影響。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文。84 pp.。
- 廖曼利、張莉欣、李晔。1997。素心蘭和報歲蘭根莖之器官分化與大量繁殖。園藝種苗科技研究成果發表會專集。p. 593-629。農林廳種苗改良繁殖場。臺中。
- 魯雪華、郭文杰、林勇。1999。墨蘭無菌播種和植株再生。亞熱帶植物通訊。28(1): 34-37。
- 蕭宇倫。2000。培養基成分對報歲蘭‘十八學士’暨其雜交種根莖增殖生長與芽體誘導分化之影響。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文。112 pp.。
- Chang, C., and W. C. Chang. 2000. Effect of thidiazuron on bud development of *Cymbidium*

- sinensis* Willd *in vitro*. Plant Growth Regul. 30: 171-175.
- Huang, B. Q., X. L. Ye, E. C. Yeung, and S. Y. Zee. 1998. Embryology of *Cymbidium sinensis*: the microtubule organization of early embryo. Ann. Bot. 81: 741-750.
- Huang, C. L., and H. Okubo. 2005^a. *In vitro* morphogenesis from rhizomes of *Cymbidium sinense*. J. Fac. Agr. Kyushu Univ. 50(1): 11-18.
- Huang, C. L., and H. Okubo. 2005^b. Effect of carbon sources in *in vitro* morphogenesis from rhizomes of *Cymbidium sinense*. J. Fac. Agr. Kyushu Univ. 50(1): 35-40.
- Murashige T., and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. Physiol. Plant. 15: 473-479.

In Vitro Seed Germination of *Cymbidium sinensis* (Jackson ex Andr.) Willd.

Quan-Jun Shiu ¹⁾ Chen Chang ²⁾

Key words: *Cymbidium sinensis* (Jackson ex Andr.) Willd., *In vitro* seed germination, Rhizome

Summary

I hand pollination 25 varieties and collected capsules at 150 DAP to sow *in vitro*, and observed the ability of germination and subsequent development among the varieties of *Cymbidium sinensis* (Jackson ex Andr.) Willd. The germination percentage was difference between 0.1–27.7 %. The earlier and higher germination percentage in *Cym. sinensis* ‘Ruei-yu’, *Cym. sinensis* ‘Da-syun’, and *Cym. sinensis* ‘Yu-guan-yin’ were 27.7 %, 17.8 %, and 13.9 %, respectively. It would became rhizomes after seeds germination of *Cym. sinensis*. There were 14 varieties had lower than 1 % rhizomes formation percentage and length was lower than 3 mm. The length with rhizomes was more than 10 mm in *Cym. sinensis* ‘Xu-huang’, *Cym. sinensis* ‘Bai-hua’, *Cym. sinensis* ‘Ying-ji’, *Cym. sinensis* ‘Jin-niao’, *Cym. sinensis* ‘Yu-guan-yin’, *Cym. sinensis* ‘Da-syun’, *Cym. sinensis* ‘Ruei-yu’, and *Cym. sinensis* ‘Shui-jing’ after 48 weeks cultured.

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

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

Micropropagation of *Euphorbia Milii* Desmoul via Cyathium Explants

Phusadee Tunjit¹⁾ Chien-Young Chu²⁾

Key words: *Euphorbia milii*, Inflorescence, Plantlets

Summary

Micropropagation of *Euphorbia milii* Desmoul 'FBR' was successful by using inflorescences as explants source. The first stage of cyathium cultured on one and half strength of MS medium containing 5 mg/l BA was the most effective on vegetative shoot regeneration. The vegetative shoots obtained from cyathium *in vitro* were used as explants for multiplication. The higher numbers of multiple shoots were achieved with shoots subcultured on full strength of MS medium containing 2 mg/l BA. There were more shoots when subcultured on semi-solid medium, while shoots were hyperhydricity when shoots were subcultured on support with liquid medium. For *ex vitro* rooting, shoots were harvested from *in vitro* culture and cut into single shoot of 1.5 cm in length and treated with auxin powder. *E. milii* microcutting rooted well when treated with 4 g/Kg IAA or NAA. However, microcuttings treated with 1 g/Kg IAA, 2 g/Kg IBA or control got 100% of survival rate after transplanting for 2 weeks. Moreover, there were found plantlets propagated by micropropagation had more branches than conventional cuttings.

Introduction

Euphorbia milii Desmoul, is a member of Euphorbiaceae, Spurge family. It is a popular easy-care indoor flowering pot plant (McLaughlin and Garofalo, 2002). In 2003, there were 640,133 plants of *E. milii* both with and without flowers exported from Thailand. In 2005, the volume of exported *E. milii* increased to 1,079,172 plants as well as the value was 17,191,210

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

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

Baht. The major markets were Philippines, the Netherlands, and Indonesia (Dibanuka, 2006).

Normally, *E. milii* is easily propagated by cutting, grafting, and seeding, but sensitive to fungal problems during propagation ([http://www.tropicanursery.com/euphorbia/pdfs/crown of thorns makes a comeback.pdf](http://www.tropicanursery.com/euphorbia/pdfs/crown%20of%20thorns%20makes%20a%20comeback.pdf)). Furthermore, these methods produced low progeny numbers (Dewir *et al.*, 2005).

Plant tissue culture was very useful to rapid mass production (Topoonyanont *et al.*, 1999; Airo *et al.*, 2007). In addition, micropropagated plants were uniform, compact and to develop more basal shoots than cuttings (Chu, 1991). *In vitro* studies on the species of *Euphorbia* had been reported. However, those plants had endogenous bacteria infected in vascular tissue, and toxic exudates were common problems (Ripley and Preece, 1986). For example, shoot tip of *E. milii* had been used as initial explant, that was difficult to obtain contaminate-free plant material *in vitro* (Dewir *et al.*, 2005).

The potential of inflorescence explants for micropropagation in several plant species had been recognized, such as *Limonium* (Topoonyanont *et al.*, 2000), *E. milii* (Dewir *et al.*, 2005), and *Petasites hybridus*, (Wildi *et al.*, 1998). The advantages of using inflorescence as initial explants were easy for sterilization and the mother plant was not destroyed (Dewir *et al.*, 2005). However, there was little information about *E. milii* micropropagation for commercial. In this research, an efficient micropropagation was developed.

Materials and Methods

Materials

Euphorbia milii 'FBR', a free branching type with small red bract, grown in greenhouse of National Chung Hsing University, was used as initial explant source. The cyathium developmental was grouped into 3 stages according to the opening of male flowers (stamens) and female flower (pistil) presented. At the 1st stage, immature bracts unfolded. At the 2nd stage, bracts began to open and there was female flower growing up. At the 3rd stage, bracts opened fully and there were male flowers growing up (Fig. 1).

Methods

1. Initial culture

The cyathia were surface sterilized with 1% sodium hypochlorite for 8 min followed by 3 times rinse with sterile distilled water. Then the peduncle was cut into 1 mm in length. The sterilized cyathium of 1st stage was incubated individually in each test tube which filled with 10

ml semi-solid medium containing full strength Murashige and Skoog (1962) basal medium, 30 g/l sucrose, and supplemented with benzyladenine (BA) at 0, 1, 5, 10, 15, or 20 mg/l, respectively. Or the MS medium at $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1 or $1\frac{1}{2}$ MS strength formula with 5 mg/l BA was used. Moreover, sterilized cyathia of 1st, 2nd, or 3rd were cultured on semi-solid medium containing full strength MS with 5 mg/l BA.

After 1 month of culture, the explants were developed into vegetative shoots, intermediate shoots (vegetative and floral), floral shoots, or none. The characteristic of vegetative shoots were noticed as a shoot with leaves, floral shoots were developed into inflorescences, while inter-mediate developed to both vegetative and reproductive shoots (Fig. 2)



Fig. 1. Cyathium stage of *E. milii* 'FBR' grouped into 3 stages; 1st: immature bracts unfolded, 2nd: bracts began to open and there was female flower growing up or 3rd stage: bracts opened fully and there were male flowers growing up, respectively.



Fig. 2. Cyathium explants of *E. milii* 'FBR' developed into reproductive (left), intermediate (middle), and vegetative shoot (right), respectively.

2. Subculture

(i) Shoot multiplication in semi-solid culture

New shoots approx. 1 cm long from initial cultures were subcultured in GA-7 vessel (Magenta Corporation, Chicago, IL. U.S.A). Five shoots were incubated in each vessel filled with 50 ml semi-solid medium half strength MS medium containing 1 mg/l NAA and combination with BA at 0, 1, 2, or 4 mg/l, respectively. MS medium at the strength of 1, $\frac{1}{2}$, or $\frac{1}{4}$ with 2 mg/l BA and combination with 1 mg/l naphthalene acetic acid (NAA) were tested, respectively. In the experiment of BA and MS effect, each treatment had 5 replications, while in experiment of auxin effect.

(ii) Shoot multiplication on media of different phases:

Multiplication medium, containing half strength of MS salts, 30 g/l sucrose, 2 mg/l BA and 0.01 mg/l NAA, or without auxin was used for culturing *E. milii* 'RBG'. Explants were cultured on semi-solid medium or GROW CUBES (Pioneer U.N. Co., Ltd.) used as supporting material in liquid culture. Five shoots (approx. 1 cm long) from *in vitro* cultures were incubated in a GA-7 vessel.

All shoot multiplication data were collected after 6 weeks of subculture in terms of multiplication rate, shoot number in different shoot height (grouped into lower than 0.5 cm, 0.5-1.0, 1.1-1.5, 1.6-2.0 and more than 2.1 cm), percentage of hyperhydric shoots, fresh and dry weight, and callus in diameter. Dry weight was determined by drying shoots in a forced air oven for 48 hours at 60°C. Each treatment had 5 replications.

All semi-solid media were solidified with 7 mg/l agar, except in media for initial culture 6 mg/l agar was used. The pH value was adjusted to 5.7 before autoclaving at 121°C for 15 min. *In vitro* cultures were incubated at 25±2°C under a 16 h day-length with photosynthetic photon flux density (PPFD) of 35 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, provided by fluorescent tubes (Taiwan Toshiba FL 40D/30).

3. *Ex vitro* rooting

Shoots were harvested from *in vitro* culture and cut into single shoot of 1.5 cm in length under non-aseptic condition. The basal part of shoot was powdered with rooting powder containing indoleacetic acid (IAA), indolebutyric acid (IBA), or NAA at 0, 1, 2, or 4 g/Kg. In other test, shoots were cut into different sizes of 1, 1.5 or 2 cm in length and was powdered with rooting powder containing 2 g/Kg IBA. Then, these microcuttings were inserted into 128-cell-tray filled with growing medium (1:1; Bas Van Buuren (BVB) No. 4 medium, Visser Co., the Netherlands, and perlite No. 4, South Sea Trading Co., Ltd. Taiwan). After 6 weeks, all microcuttings were collected data. Each treatment had 10 microcuttings.

Growth and rooting responses were collected in terms of shoot height, number of leaves,

width of the widest leaf, length of the longest leaf, number of roots, percentage of rooting, length of the longest root, number of flowers, and callus in diameter.

Plants propagated by conventional cutting and micropropagation were planted in a 7 cm pot which filled with growing medium. After 2 months, the performance of pot flower was compared in the terms of stem length, number of shoot per pot, number of flowers per, plantlet diameter, and leaf area. The leaf area was measured by using leaf area software written by Dr. Shen-Lin, Lin, Horticulture department of National Chung Hsing University.

4. Experimental design

All experiments were repeated 3 times and set up in completely randomized design (CRD). Data from all variables were analyzed by analysis of variance (ANOVA) and treatment means were separated using Fisher's Least Significant difference (LSD) test at $p = 0.05$ (Ott, 1988).

Results

1. Factors to reversion of *E. milii* 'FBR' cyathia

When cyathium explants were cultured on MS medium containing BA at 0, 1, 5, 10, 15, or 20 mg/l, the more vegetative shoots were obtained on the medium containing 1 mg/l BA, the next was cultured on the medium containing 10 or 5 mg/l BA. Cyathium cultured on medium containing 20 mg/l BA regenerated more intermediate shoots, but fewer vegetative shoots. The cyathium developed more reproductive shoots when it was cultured on medium containing 0 or 1 mg/l BA. However, over half of explants cultured on the medium without BA did not grow any shoot (Fig. 3).

The strength of MS medium enhanced shoots growth from cyathium explants (Fig. 4). The more vegetative shoots developed when cyathium cultured on medium containing higher strength of MS from $\frac{1}{4}$ to $1\frac{1}{2}$. But the higher intermediate shoots developed from cyathium on half strength of MS medium. On the cultured of full strength of MS, there were more developed reproductive shoots. When cyathium was cultured on medium containing $\frac{1}{4}$ strength of MS, over 60% of cyathium did not regenerate any new shoot (Fig. 4).

There were 24%, 36%, or 4% of cyathium explants at the 1st stage developed vegetative shoots, intermediate shoots, or reproductive shoots, respectively, when cyathium were cultured on MS medium containing 5 mg/l BA. On contrary, less than 10% of cyathium explants at 2nd stage developed vegetative shoots, but more than 30% of the 2nd cyathium developed reproductive shoots. However, there was no shoot developed when the cyathium at 3rd stage were cultured (Fig. 5).

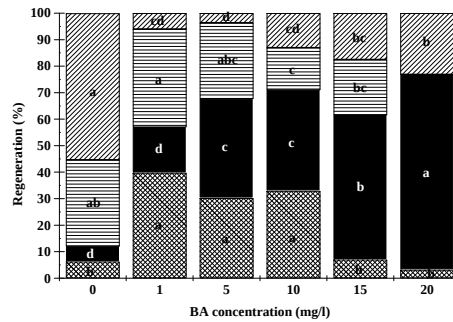


Fig. 3. Effect of BA on regeneration of cyathium explant (%) of *E. milii* 'FBR' after 30 days of initial culture. vegetative shoot; intermediate shoot; reproductive shoot; no development.

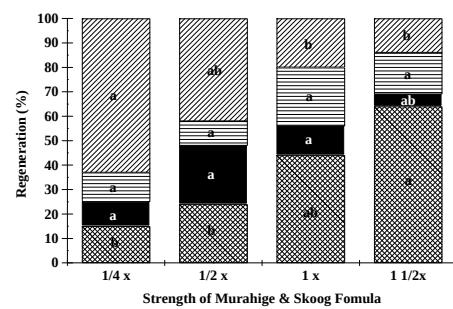


Fig. 4. Effect of MS strength on regeneration of cyathium explant (%) of *E. milii* 'FBR' after 30 days of initial culture. vegetative shoot; intermediate shoot; reproductive shoot; no development.

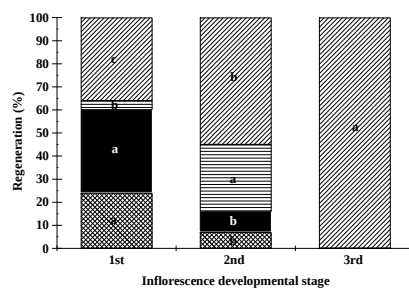


Fig. 5. Effect of cyathium stage on regeneration of *E. milii* 'FBR' cultured on MS medium supplemented with 5 mg/l BA after 30 days of initial culture. vegetative shoot; intermediate shoot; reproductive shoot; no development.

2. Shoot multiplication on semi-solid culture

Shoots were subcultured on MS medium containing BA at 0, 1, 2 or 4 mg/l, respectively. The increasing BA concentration enhanced small shoots development. There were more short shoots (< 0.5 cm in height) developed on medium supplemented with 2 or 4 mg/l BA, while larger multiple shoots developed from shoots cultured on medium supplemented with 1 mg/l BA (Fig. 6).

The strength of MS in medium also had influenced on multiplication of shoots. The higher strength of MS medium produced the more and larger shoots. Shoot subcultured on full strength of MS medium proliferated more shoots over 1 cm in length and over 2 cm in length. On contrary, shoot subcultured on MS medium at $\frac{1}{4}$ or $\frac{1}{2}$ strength did not produced any shoot larger than 1.5 cm (Fig. 7).

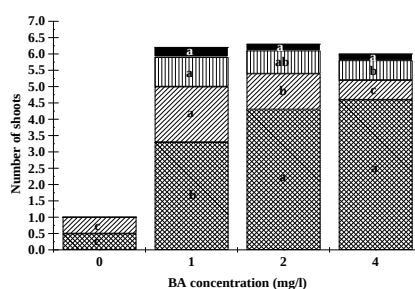


Fig. 6. Effect of BA on multiple shoots in of *E. milii* 'FBR' after 6 weeks of subculture. Shoots grouped as  <0.5 cm;  0.5-1.0 cm;  1.1-1.5 cm;  1.6-2.0 cm

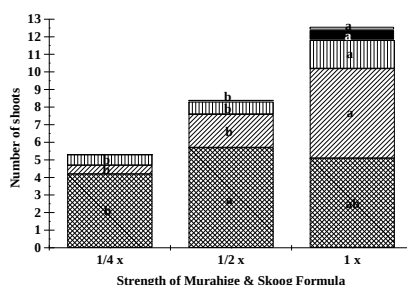


Fig. 7. Strength effect of Murashige & Skoog formula on multiple shoots of *E. milii* 'FBR' after 6 weeks of subculture. Shoots grouped as  <0.5 cm;  0.5-1.0 cm;  1.1-1.5 cm;  1.6-2.0 cm;  over 2.1 cm.

3. Shoot multiplication on different medium phase

The results clearly indicated shoots grown on semi-solid medium produced more shoots than those grown on support with liquid medium (Fig. 8). The greater fresh and dry weight and callus in diameter occurred in semi-solid culture. However, large shoots over 1.6 cm in length were observed only in liquid culture. In addition, there were occurred hyperhydric shoot when cultured on liquid culture.

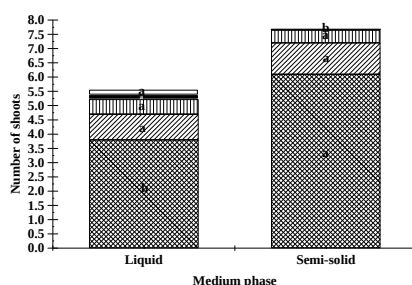


Fig. 8. Effect of medium phase on multiple shoots of *E. milii* 'FBR' after 6 weeks of subculture. Shoots grouped as  <0.5 cm;  0.5-1.0 cm;  1.1-1.5 cm;  1.6-2.0 cm;  over 2.1 cm.

4. *Ex vitro* rooting

The microcuttings rooted *ex vitro* after treated with IAA, IBA, or NAA rooting powder at 0, 1, 2, or 4 g/Kg, respectively (Table 1). Every shoot after treated with auxin powder was rooted better than control, except those treated with 1 g/Kg IAA. The higher number of roots were observed on microcutting powdered by 4 g/Kg IAA or NAA. Whereas, the plantlets with longer roots were found on microcuttings treated with IBA. But there was no significant difference to compare with treatment of control or 2 g/Kg IAA. The plantlets had more leaves when they were treated by 2 g/Kg IBA. Overall, IAA promoted shoots with wider and longer leaves when IAA concentration was decreased from 4 to 1 g/Kg. Although, those shoots were rooted well, but only plantlets developed from shoots powdered by 1 g/Kg IAA, 2 g/Kg IBA or control got 100% of survival rate after transplanting for 2 weeks (Table 1).

Table 1. Effect of auxin on microcutting growth of *E. milii* 'FBR' after rooting *ex vitro* for 6 weeks.

Auxin	Conc. (g/Kg)	Rooting (%)	No. of roots/shoot	Length of the longest root (cm)	Callus diameter (cm)	Shoot height (cm)	No. of leaves/shoot	Width of the widest leaf (cm)	Length of the longest leaf (cm)	Survival rate (%) ^z
Control	0	96a ^y	7.7d	4.5ab	0.3ab	2.1ab	7.7abcd	0.8cd	1.59de	100a
IAA	1	93a	10.8bcd	3.8bcd	0.3ab	2.2a	7.9abc	1.0a	2.23a	100a
	2	100a	12.3bcd	4.0abcd	0.4a	2.2a	7.8abcd	0.9ab	2.10ab	93abc
	4	100a	14.8ab	3.8bcde	0.3ab	2.0ab	7.6bcd	0.8abc	1.91abcd	87bc
IBA	1	100a	9.5cd	4.3abc	0.3ab	2.1a	8.0ab	0.9abc	2.01abc	93abc
	2	100a	12.3bcd	4.7a	0.4a	1.9ab	9.1a	1.0ab	2.16a	100a
	4	98a	10.1bcd	3.9abcd	0.3ab	2.0ab	7.0bcd	0.8bcd	1.79bcde	93abc
NAA	1	100a	10.4bcd	3.6cde	0.3b	1.8b	6.4d	0.8bcd	1.70cde	83c
	2	100a	13.8bc	3.1e	0.4ab	1.9ab	6.4cd	0.7d	1.50e	83c
	4	96a	19.9a	3.4de	0.4ab	2.2a	7.9abc	0.9abc	1.97abc	97ab

^zSurvival rate was record after 2 weeks of transplant.^y Means separation within each column followed by LSD test at $P \leq 0.05$.

5. Performance of potted *E. milii* 'FBR'

There was no significant differences in the stem length, plantlet diameter and leaf area between plantlets propagation by conventional cutting and micropropagation (Table 2). But the plantlets propagation by micropropagation had more shoots than plantlets propagation by cutting had. However, the florets of plantlets propagation by micropropagation were less than that of plantlets propagation by cutting in 2 months.

Table 2. The effect of propagation method on the performance of potted *E. milii* 'FBR' after transplanting into 7 cm pot for 2 months.

Propagation method	Stem length (cm/pot)	No. of shoot/pot	No. of floret/pot	Plantlet diameter (cm)	Leaf Area (cm ² /pot)
Conventional cutting	11.0a ^z	5b	22a	13.7a	126a
Micropropagation	9.9a	11a	10b	13.0a	131a

^z Means separation within each column followed by LSD test at $P \leq 0.05$. Data collected after transplanting for 2 months.

Discussion

Usually, the floral organs are the upper part of plant. There are sepals or bracts to protect them from insect feeding and to keep bacterial and fungal spores away (Mauseth, 2003). Thus, they had advantages for establishing *in vitro* culture, such as ease of sterilization, low contaminations, and conservation of the mother plant utilized to initial culture (Singh and Sehgal, 1999; Dewir *et al.*, 2005). In addition, at tip of young inflorescence, the development of buds was indeterminated. Therefore, inflorescences had been recognized as potent floral organs source for micropropagation of several plant species. For example, *Ocimum sanctum* Linn. (Singh and Sehgal, 1999), *Limonium* (Topoonyanont *et al.*, 2000), *Phalaenopsis* (Tanaka and Sakanishi *et al.*, 1987), and *E. milii* (Dewir, 2005). There were many reports showed the developmental stage and level of inflorescence had influence on regeneration or reversion of inflorescence. Topoonyanont *et al.* (2000) found that the young or early stage of *Limonium* inflorescence was more effective on reversion. In our studies, supported these findings since the higher percentage of reversion occurred when cyathium explant at first stage (Fig. 5) was used

than those at advanced stages.

The cyathium at first stage was indeterminated, while at 2nd and 3rd stage were determinated, that developed visible floral organs arranged in whorls. Because of the *E. milii* had patterns of reproductive development as in the first indeterminated vegetative meristems will precede transform into inflorescence meristems, and then regenerate into determinant floral meristems (Fosket, 1994).

Cytokinins were the major factor on shoots proliferation. Heloir *et al.* (1997) had reported, the medium containing BA only was optimum for multiplication of grapevine. In apple culture, the result was the same (Lane, 1978). Although some crops were observed that BA, with a low level of auxin was necessary for optimum proliferation as *Rosa damascena* Mill. (Jabbarzadeh and Khosh-Khui, 2005). However, when BA concentration was increased, shoot length of multiple shoots was reduced. Such as, *Achras sapota* (Purohit and Singhvi, 1998), *Gerbera jamesonii* (Aswath and Choudhry, 2005), and begonia (Nakano *et al.*, 1999). Fig. 4 shows that not only the multiple shoots were enhanced, but shoots shorter than 0.5 cm long also were enhanced when BA concentration was increased from 0 to 4 mg/l. In some cases, high BA could lead to the abnormality of growth as fasciations in *Prunus avium* (Kitin *et al.*, 2005), multi-apex in strawberry (Anderson *et al.*, 1982), and bushiness in gerbera (Topoonyanont *et al.*, 1999). In this experiment, *Euphorbia milii* 'FBR' had abnormal shoots as fasciations of *Prunus avium* when subcultured on medium containing BA at 5 mg/l for long time. However, some abnormal shoots could revert to normal shoots when subcultured on hormone free medium.

Murashige and Skoog's (1962) medium had been used for micropropagation in several plants. The strength of MS had influenced on growth during multiplication. Tomsome *et al.* (2007) found shoot length of *Syringa vulgaris* L. was enhanced when the strength of MS macrosalt in medium was increased from 1 to 1.5 times. While Pierik *et al.* (1988) found the optimal strength of MS for the shoot length or multiplication rate of *Syringa vulgaris* L. was optimal at 1 or 1.25 times, respectively. And the percentage of leaf curling was decreased when MS strength was increased from 0.5 to 1.5 times and completely disappeared at 1.5 or over times. However, the shoot length and multiplication rate were strongly declined when that MS strength was over than 1.25 times. On the contrast, the best shoot growth and multiplication rate of *Gerbera hybrida* Hort. was obtained on half strength of MS medium (Huang and Chu, 1985). In this experiment, the full strength of MS medium was more effective on shoot growth and multiplication of *Euphorbia milii* (Fig. 7).

The liquid medium could enhance growth and multiplication rate of several plants more than solid medium in micropropagation. For example chrysanthemum (Hahn and Paek, 2005), pineapple (*Ananas comosus* L. Merr) (Escalona *et al.*, 1999), and plantain (*Musa AAB*) (Roels

et al., 2005). However, Debergh *et al.* (1992) found liquid medium could induce hyperhydricity tissue of explant material. In this experiment *E. milii* was observed hyperhydricity shoots when cultured on liquid medium with support. Moreover, shoots cultured on semi-solid medium had higher multiple shoots than on liquid medium. But the shoots longer than 1.6 cm was observed on liquid medium only (Fig. 8)

Hatzilazarou *et al.* (2003) reported both *in vitro* and *ex vitro* rooting of *Bougainvillea* sp. 'Alexandra' microcutting rooted well when it was treated with IAA. Moreover, both under *in vitro* and *ex vitro* condition IBA had been widely used as rooting hormone, such as wild yams (Poornima and Ravishankar Rai, 2007), *Drosophyllum lusitanicum* (Gonçalves and Romano, 2007), or *Nerium oleander* (Hatzilazarou *et al.*, 2003). In present study, we found 2 g/Kg IBA powder was the most effective rooting hormone for of *E. milii*. The survival rate in this experiment was high to 100% (Table 1).

Our results were show *E. milii* 'FBR' plantlet propagation by micropropagation had more shoots that was very compact than that propagation by cutting. But they had a few flowers (Table 2). Probably, plantlets propagation by micropropagation was more juvenile those than that propagation by cutting.

Gonçalves and Romano (2007) had been reported the *ex vitro* rooting of *D. lusitanicum* favors was a simple step with reduction of micropropagation cost. The combination of tissue culture and *ex vitro* rooting of microcutting was suitable for commercial production of plantlets of *E. milii*.

In conclusion, *Euphorbia milii* micropropagated by using cyathium explants at first stage cultured on one and half strength of MS medium containing 5 mg/l BA was the most effective on reversion into vegetative shoots. The vegetative shoot proliferated more shoots on semi-solid media containing full strength of MS with 2 mg/l BA. Microcuttings 1.5 cm in length was powdered by 2 g/Kg IBA powder. Following these cheaper plantlets and better pot flower of *E. milii* were produced.

References

- Airo, M., G. V. Zizzo, and B. Ruffoni. 2007. In vitro propagation of an *Euphorbia milii* hybrid. Acta Hort. 748: 241-246.
- Anderson, H. M., A. J. Abbott, and S. Wiltshire. 1982. Micropropagation of strawberry plants *in vitro* – Effect of growth regulators on incidence of multi-apexing abnormality. Sci. Hortic. 16: 331–341.

- Aswath, C. R. and M. L. Choudhary. 2002. Rapid plant regeneration from *Gerbera jamesonii* Bolus callus cultures. *Acta Bot. Croat.* 61: 125-134.
- Chu, C. Y. 1991. The efficient propagation method of miniature roses. Doctor's thesis of Philosophy in Horticulture. Urbana-Champaign. Graduate College of University of Illinois. 113 pp.
- Debergh, P. C., J. Aitken-Christie, D. Cohen, B. Grout, S. Von Arold, R. Zimmerman and M. Ziv. 1992. Reconsideration of the term 'Vitrification' as used in micro- propagation. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 30: 135-140.
- Dewir, Y. H., D. Chakrabarty, E. J. Haen and K. Y. Paek. 2005. Reversion of inflorescence development in *Euphorbia millii* and its application to large-scale micropropagation in an air-lift bioreactor. *J. Hort. Sci. Bio.* 80 (5):581-587.
- Dibanuka, C. 2006. Amazing Thai crown of thorns. Royal Flora Ratchaphruek 2006, Horticultural Research Institute (HRI)-Department of agriculture (DOA), and Society for Ornamental Plants of Thailand (SOPT). Bangkok. 20 pp.
- Escalona, M., J. C. Lorenzo, B. González, M. Daquinta, J. L. González, Y. Desjardins and C. G. Borroto. 1999. Pineapple (*Ananas comosus* L. Merr) Micropropagation in Temporary Immersion Systems. *Plant Cell Rep.* 18: 743-748.
- Fosket, D. E. 1994. *Plant Growth and Development: a Molecular Approach*. Academic Press Limited. San Diego, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo - Toronto. 580 pp.
- Gonçalves, S. and, A. Romano. 2007. *Ex vitro* rooting of *Drosophyllum lusitanicum* micropropagated shoots improves acclimatization. *Acta Hort.* 748: 241-246.
- Hahn, E. J. and K. Y. Paek. 2005. Multiplication of *chrysanthemum* shoots in bioreactors as affected by culture method and inoculation density of single node stem. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 81: 301-306.
- Hatzilazrou, S., M. Kotis, A. S. Economou and N. Rifaki. 2003. Rooting of microcuttings and acclimatization in *Bougainvillea*. *Acta Hort.* 616: 265-269.
- Hatzilazarou, S., C. Ttooulos, A. S. Economou, N. Rifaki, and P. Ralli. 2003. *In vitro* and *ex vitro* rooting and plantlet acclimatization in *Nerium Oleander*. *Acta Hort.* 616: 221-226.
- Heloir, M. J. C. Fournioux, L. Oziol, and R. Bessis. 1997. An improved procedure for the propagation *in vitro* of grapevine (*Vitis vinifera* cv. Pinot noir) using axillary-bud microcuttings. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 49: 223-225.
- Jabbarzadeh, Z. and M. K. Khui. 2005. Factors affecting tissue culture of Damask rose (*Rosa damascena* Mill.). *Sci Hort.* 105: 475-482.
- Kitin, P., I. Iliev., A. Scaltsoyiannes., C. Nellas, A. Rubos., and R. Funada. 2005. A comparative histological study between normal and fasciated shoots of *Prunus avium* generated *in vitro*.

- Plant Cell Tiss. Org. Cult. 82: 141-150.
- Lane, D. W. 1978. Regeneration of apple plants from shoot meristem. Plant Sci. Lett. 13: 281-285.
- Mauseth, J. D. 2003. Botany: an Introduction to Plant Biology. 3rd ed. Jones and Bartlett Publishers. Sudbury, Mississauga and London. 580 pp.
- McLaughlin, J. and J. Garofalo. 2002. Crown-of-Thorns, *Euphorbia milii* production & landscape use. Miami Dade. University of Florida. Cooperative extension service. 2 pp.
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. Physio. Plant. 15: 473-497.
- Nakano, M., Y. Niimi, D. Kobayashi, and A. Watanabe. 1999. Adventitious shoot regeneration and micropropagation of hybrid tuberous begonia (*Begonia x tuberhybrida* Voss). Sci Hort. 79: 245-251.
- Ott, L. 1988. An introduction to statistical methods and data analysis. PWS-Kent Publishing Company, Boston. 835 pp.
- Pierik, R. L. M., H. H. M. Steegmans, A. A. elias, O. T. J. Stiekema, and A. J. ven der Velde. 1988. Vegetative propagation of *Syringa vulgaris* L. *in vitro*. Acta Hort. 226: 195-204.
- Poornima, G. N. and V. Ravishankar Rai. 2007. *In vitro* propagation of wild yams, *Dioscorea oppositifolia* (Linn) and *Dioscorea pentaphylla* (Linn). Afr. J. Biotechnol. 6: 2348-2352.
- Purohit S. D. and A. Singhvi. 1998. Micropapragation of *Achras sapota* through enhanced axillary branching. Sci. Hort. 76: 219-229.
- Ripley, K. and J. E. Preece. 1986. Micropropagation of *Euphorbia lathyris* L. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 5: 213-218.
- Roels, S., M. Escalona, I. Cejas, C. Noceda, R. Rodriguez, M. J. Canal, J. Sandoval, and P. Debergh. 2005. Optimization of plantain (*Musa* AAB) micropropagation by temporary immersion system. Plant Cell Tiss. Org. Cult. 82: 57-66.
- Singh, N. K. and C. B. Sehgal. 1999. Micropropagation of 'Holy Basil' (*Ocimum sanctum* Linn.) from young inflorescences of mature plants. Plant Growth Regul. 29: 161-166.
- Tanaka, M. and Y. Sakanishi. 1978. Factors affecting the growth of *in vitro* culture lateral buds from *Phalenopsis* flower stalks. Sci Hort. 8:169-178.
- Tomsone, S., A. Galeniece, A. Akere, G. Priede, L. Zira. 2007. *In vitro* propagation of *Syringa vulgaris* L. cultivas. Biologija. 53: 28-31.
- Topoonyanont, N., R. Ampawan, and P. C. Debergh. 1999. Bushiness in *Gerbera jamesonii*: abnormal shoot development during micropropagation. J. Hortic Sci. Biotech. 74: 675-679.
- Topoonyanont, N., R. Ampawan and P.C. Debergh. 2000. Reversion of *Limonium* hybrid 'Misty Blue' inflorescence development and its applicability in micropropagation. Sci Hort. 83:

283-299.

- Wildi, E., W. Schaffner, and K. B. Buter. 1998. *In vitro* propagation of *Petasites hybridus* (Asteraceae) from leaf and petiole explants and from inflorescence buds. Plant Cell Rep. 18: 336–340.

麒麟花利用花序培植體之微體繁殖

卜 莎 蒂¹⁾ 朱 建 鏞²⁾

關鍵字：麒麟花、花序、種苗

摘要：以易分枝型(free-branching)之紅花麒麟花(*Euphorbia milii* Desmoul 'FBR'),品種為材料，進行微體繁殖。將第一期大戟花序培養在含5 mg/l BA的1又1/2 MS培養基中，可得較多的再生芽體。此外麒麟花之芽體分別繼代培養在含2 mg/l BA之MS培養基中，芽體增殖數較多。芽體培養在固體培養基的增殖芽體數較培養在液體培養的多，芽體在液體培養時會有玻璃質化的現象。瓶外發根實驗時，由組培苗獲得的芽體切成1.5cm長的單芽，再沾取含有auxin的粉劑。處理4g/Kg的IAA或NAA時，麒麟花微插穗的發根情形良好。然而微插穗移植兩週後，處理1 g/Kg的IAA、2g/Kg的IBA或對照組可以得到100%的存活率。比較利用傳統的扦插或微體繁殖的苗株上盆2個月的盆花，微體繁殖的苗株上盆後分枝數較扦插苗多，但花朵數較少。

1) 國立中興大學園藝學系碩士班研究生。

2) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

個人背景對自然情境擔心和心理評價之影響

江 彥 政¹⁾ 歐 聖 榮²⁾ 張 俊 彥³⁾

關鍵字：社經背景、景觀偏好、危險、害怕、情境擔心

摘要：本研究目的為瞭解個人不同社經背景對自然情境擔心和心理評價之影響。研究共獲得 110 位大學生觀看六張彩色森林環境投影片並填寫問卷。情境部份問卷經因素分析之最大變異法(varimax)將因素轉軸後結果獲得四個因素：環境安全擔心、社會犯罪威脅、野生生物威脅和方向感等。研究結果指出不同性別在偏好上達到顯著差異。另外，不同居住環境、接觸自然環境頻率不同和過去曾在自然有不好經驗的次數在情境等變項均獲得顯著性差異。至於性別部份，則僅在偏好上達顯著差異，情境部份都未獲得顯著差異。此研究結果不但證實不同社經背景之影響，更加驗證自然環境不僅是被偏好而已，其尚包含危險和害怕感受。本研究嘗試加入過去研究較少被提及之「情境」變項來探討景觀偏好之影響，希望對未來相關研究提出另一思維方向，以及在實質規劃設計上提供具體建議。

前 言

古今中外人類對自然環境的偏好甚於都市環境之實證研究不勝枚舉(Hartig, *et al.*, 1991; Herzog, *et al.*, 1997; Kaplan & Kaplan, 1989; Ulrich, 1983; 張俊彥、彭家麟, 2000; 張俊彥、萬麗玲, 2000)。自然是世界上一個倍受重視和頗受欣賞之部分，例如我們種植草花和灌木在自家庭院，在室內擺設盆栽植物增加綠意，都市公園或道路旁大量使用植栽美化環境，而這些行為已經深植人類的保存自然環境思想當中(Kaplan & Kaplan, 1989)。

然而過去研究指出，自然環境提供了人們一些重要生命元素，如食物、醫藥和新鮮空氣等。另外就心理層面而言，它也提供了許多正向體驗，如美學體驗(aesthetic pleasure)

1) 國立中興大學園藝學系博士生。

2) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

3) 國立臺灣大學園藝學系教授。

(Parsons & Daniel, 2002)、探索和學習自然環境知識(Kahn, 1999)、恢復注意力及減輕壓力(van den Berg, *et al.*, 2003)等益處。當人們身處於自然環境中，雖然可以獲得到生理和心理之恢復，但是當自然環境資訊不能讓觀賞者有效地掌握時，觀賞者便會產生心理威脅感(threats)，而這些威脅感可能會喚起強烈懼怕感或其他負面情緒(Ulrich, 1993)。相對而言，也有可能激發探險或尋求刺激等更多正面體驗(Kaplan & Kaplan, 1989)。自然環境中隱含之環境資訊可能喚起無論是正向或負向的心理知覺，其便會影響人們對於該景觀之評價(喜愛或不喜愛)。近年來有一些研究針對自然或都市地區之環境偏好、安全感、害怕感、危險及神秘性(mystery)等測量變項進行研究(Herzog & Kirk, 2005; van den Berg & Ter Heijne, 2005)，研究結果發現自然地區不盡然都是受到人們所偏好的，有些自然地區會因環境屬性(attributes)不同對於人們的反應也會有所差異。

人類從自然環境學習各種有利或有害於自身之經驗，雖然此演化過程已歷經數千年之久，即便是在現代社會中，人們仍存有一些畏懼自然之心理因素，特別是遇到某些狀況或情境(situation)時會影響環境評價。過去大部分關於危險的研究多致力於都市環境(Fisher & Nasar, 1992; Nasar & Fisher, 1993; Nasar, *et al.*, 1993; Nasar & Jones, 1997)。本研究目的為透過問卷調查，探討在自然環境中受測者知覺到的情境與偏好、危險和害怕之關係。

文 獻 回 顧

一、情境擔心

(一) 環境安全擔心程度

對環境安全之擔心程度，本研究在此部份所強調的是觀賞者在自然環境中所擔心的天然災害(暴風雨、閃電、土石崩塌)或人為管理(垃圾、設施修復更新)之問題。每個人在陌生的自然環境裡都會考量在這個環境裡是否會有災害發生，基於 Appleton(1975)眺匿理論之論點，人類為求有利於自身生存條件，所以遇到大自然侵襲，如暴風雨、強風是否會造成自身安全之問題時，便會積極尋找一處利己的藏身地點，以躲避天然災害之侵襲。

在棲地選擇理論(habitat selection theory)中認為任何動物都必須選擇環境棲息，而棲地的優劣會導致動物是否能成功地生存繁衍，因此選擇棲地的行為機制必定深受「適者生存、物競天擇」以及情緒的制約(Parsons, 1991; Örians & Heerwagen, 1992)。所以人們在景觀中便會環視周遭環境是否有利於自己本身，因此進化論觀點中的景觀美學以及棲地選擇都主張高品質的景觀或是良好的棲地應該會激發出正面的反應，相反地，低品質的景觀或是劣質的棲地將導致負面的反應(Daniel & Vining, 1983; Örians & Heerwagen, 1992)。因此從上述理論發現人類對於環境安全擔心程度可能會影響他們對景觀評價的差異。

(二) 社會犯罪威脅

都市環境中最被人所重視就是安全問題，現今社會犯罪問題層出不窮，而讓民眾在都

市環境中警戒心提高。許多研究調查燈光亮度、空間形式排列、環境擔心程度及自然環境背景等，其對於偏好之影響，研究結果顯示上述的變項皆對於偏好有影響(Loewen, *et al.*, 1993)。人們對於犯罪問題的害怕，有可能與一些實質環境因素有關，如脫落的招牌、廢棄的房子、汽車、停車場和垃圾等，甚至特定的景觀設計元素，雖然大部分犯罪問題之研究焦點都著重在都市環境，而最近國內研究指出居民在自然環境地區也會擔心犯罪問題和自身安全等考量(李建民，2001)。

(三) 野生生物威脅

從過去的文獻理論中發現人類在自然環境演化過程，一直都與動物之間有存在掠食者—被掠食者的心理預備狀態，以生物備戰理論之架構，研究自然中野生生物對於人的威脅，主要是以蛇為最多數(Davey, 1995)。Arrindell(2000)指出自然中的讓人感到害怕的動物包含掠食動物、毒蛇、蜘蛛、無脊椎動物(蛞蝓)等，其中掠食動物和昆蟲最讓人感到恐懼，掠食動物可能會對個體本身造成傷害，而昆蟲也會造成身體之危害，甚至惱人之感覺。

(四) 方向感

影響方向感為取決於觀賞者視覺是否能夠明確地辨識下一步如何進行，路徑動線是否明確。景觀中的能見度(visibility) 意指在步道中視覺之清楚程度，是否可以清楚看到景觀中的事物。在景觀中若視線被阻擋將會使人迷失方向而不知如何行進(Herzog & Kirk, 2005)，而產生迷路等情境。

二、景觀偏好

景觀偏好(landscape preference)一直是景觀評估中常用之方法，然而過去有許多研究針對整體偏好進行調查，Purcell 等人(1994)將景觀偏好評價根據類型可分為五類：

(一) 偏好之評價可視為一種個人直接的想法，它們可以有效地影響情感或情緒反應，如對景觀之喜歡、吸引、有興趣或漂亮與否。

(二) 偏好之評價是根據景觀所呈現之機能或重要的環境資訊多寡而定(Kaplan & Kaplan, 1989)。特別是環境之特性，在一景觀中所呈現之資訊或主題扮演著重要之角色，如水體景觀的出現、景觀之自然度(naturalness)(Purcell & Lamb, 1984)或森林植被型態。

(三) 景觀型態之差異會影響生理效益，進而影響偏好之評價(Ulrich, 1986)，例如從自然至都市一序列景觀。

(四) 偏好之評價時常用來評估景觀美質，特別是實質環境之特性，如地形變化或景觀尺度大小都會影響評估之差異(Hull & Buyhoff, 1983; Purcell & Lamb, 1984; Patsfall, *et al.*, 1984)。

最後一類主要是根據自然度或人為設施之出現而做偏好評價，研究曾指出最自然原始的地區和最不自然的地區都不是人們所偏好之景觀，而在自然環境地區適時地出現人為設施可提升偏好評價，如座椅、指示牌等，因為人為設施可以透露出有人煙存在之訊息(Purcell *et al.*, 1994)。景觀偏好為一種表達喜好程度的態度，其源自於每一個人基本人格特質的不同、社會情境及實質環境等三個部分的影響，其旨在探討觀賞者對景觀加以評價

的過程，目的在於瞭解景觀特性與個人的喜好。

景觀偏好是一連串人與環境交互作用下所產生的結果，其偏好所產生的過程乃由景觀知覺開始，進而發展成景觀認知，最後進行景觀評價而產生景觀偏好。偏好使一個人可以隨時行動，即使在特定時間沒有可利用的行動指南，仍可進行。在 Ulrich 的理論中「偏好」是相當重要的情緒，但卻也只是多種不同情緒中之一(Ulrich & Parsons, 1992)，其理論不僅涵蓋美質偏好，也包含了多樣情緒、心理以及認知反應以用來解釋及預測環境，特別是環境對人類的恢復效果(Parsons, 1991)。

三、情境影響景觀評價

自然環境中包含許多危險，像是有毒動植物、閃電和掠食者等，這些威脅常常都是毫無預警且快速地發生在自然環境(Tooby & Cosmides, 1990)。Bixler 和 Floyd(1997)認為害怕是一種有意識地逃避或迴避之情緒反應，通常是遇到危險的狀況時才會出現。害怕之反應會影響行為、生理狀況或認知。會產生害怕之感覺其實與發生的地點或情況有關，不同的情況會有不同的感受(Bixler, *et al.*, 1995)。此外也會覺得噁心、厭惡，這是一種經由觸覺、視覺或其他感官刺激所表現出不舒服的情緒反應(Angyal, 1941)。以及現今社會中人們逐漸習慣待在有空調之大樓內活動，回到家中也有方便的熱水、暖氣、電器和電燈等設備提供給人舒適之生活，因此現代人對於環境舒適度要求越來越高，相對地，對環境之忍耐力越來越低，如暴風雨、噪音和溫度變化等環境干擾，越來越不能忍受。因此使用害怕、厭惡程度、現代設施需求程度和偏好等四種變項預測學生在自然環境中之感受，結果指出他們對於人為管理之公園環境和都市環境較喜愛，比較不喜愛野外環境。

四、個人背景差異

基本上景觀知覺會受到環境所提供之資訊、個人過去經驗及社會文化背景之影響，而不同之環境特性也提供不同的暗示性資訊以刺激觀賞者，而衍生出不同之刺激反應。個人背景的影響因素為社會科學最常被討論及重要影響的議題，從個人的性別、年齡、學習背景、職業、收入、生長居住地…等多項因子，其對於景觀評估均有實質影響。

景觀的喜好可能是人的基本屬性差異所造成。Kaplan(1977)證實不同的人格特質會偏好不同的景觀情境，要點在於個人的差異與景觀的偏好相關，但確切的結果則因研究的不同而改變。在有關個人屬性方面的研究，Lyons(1983)的研究指出景觀偏好會受到年齡性別和居住地的經驗所影響，證實了景觀偏好受其生命週期的影響，且男性與女性對都市與郊區景觀偏好不同，女性較偏好郊區景觀。綜觀上述文獻研究指出，個人社經、性別、個人經驗和居住地之差異都會影響評價結果。

研究方法

一、研究架構

本研究目的為探討不同社經背景對自然情境擔心和心理評價之影響，研究架構圖請詳見圖 1。

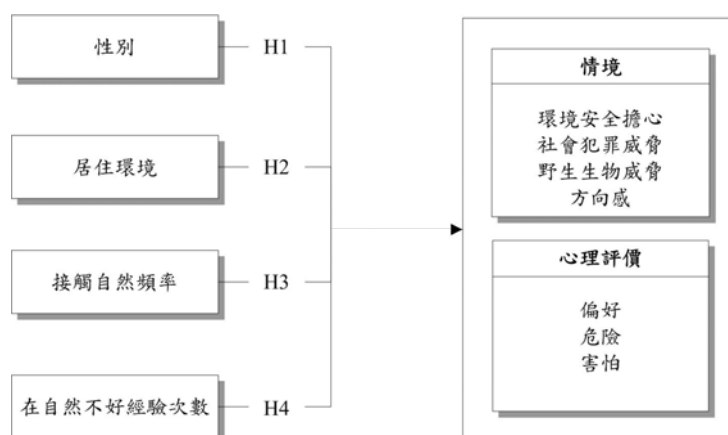


圖 1. 研究架構圖

Fig. 1. Research framework of this study

二、受測樣本

問卷測試部份於 2007 年 11 月 25 日及 30 日進行，分別以修習「生物化學」及「園藝系專題討論」之中興大學學生填寫問卷，修課之學生以大三及大四居多，獲得有效問卷 110 份。

三、受測媒體

本研究以 6 張森林步道照片作為測試之用(見圖 2)。森林步道取景的場所是在獅頭山國家風景區及玉山國家公園。所有的照片都是在晴朗的氣候條件下所拍攝，照片內並無人為設施物及遊客。

四、問卷測量工具

(一) 情境擔心部份

1. 環境安全擔心

本研究依據理論並擬定「這樣的自然環境不太穩定且不安全」、「這樣的自然環境容易有自然災害，如大雨、土石崩落」等兩題問項。以七等級 Likert 等距尺度測量，從 1(非常不同意)至 7(非常同意)。



圖 2. 受測照片

Fig. 2. Study stimuli

2. 犯罪威脅

本研究研擬「這樣的自然環境會有壞人藏匿」、「這樣的自然環境會有犯罪活動之發生」等兩項問項。以七等級 Likert 等距尺度測量，從 1(非常不同意)至 7(非常同意)。

3. 野生生物威脅

本研究研擬「這樣的自然環境中動植物大都會傷害人」、「這樣的自然環境會有咬人的野生動植物，如蛇、蜜蜂、有毒植物…等」等兩項問項。以七等級 Likert 等距尺度測量，從 1(非常不同意)至 7(非常同意)。

4. 方向感

本研究研擬「這樣的自然環境很幽暗且不容易找到方向」、「這樣的自然環境很容易迷路」等兩項問項。以七等級 Likert 等距尺度測量，從 1(非常不同意)至 7(非常同意)。

(二) 心理評價部份

1. 偏好

問項為「您喜不喜歡這樣的自然環境」。以七等級 Likert 等距尺度測量，從 1(一點也沒有)至 7(非常喜歡)。

2. 害怕

本研究害怕問項係依據 Herzog 和 Kutzli (2002)的研究而來，問項包括「在這樣的環

境裡會讓你感到焦慮」、「在這樣的環境裡會讓你感到害怕」、「這樣的環境讓人覺得是個提心吊膽的地方」等三題。以七等級 Likert 等距尺度測量，從 1(一點也沒有)至 7(非常高)。

3. 危險

本研究危險問項係依據 Herzog 和 Miller (1998)的研究而來，問項包括「這樣的環境讓人感到危險」、「這樣的環境讓人覺得會傷害到自己」等兩項。以七等級 Likert 等距尺度測量，從 1(一點也沒有)至 7(非常高)。

(三) 個人社經背景

本研究個人背景屬性問項則以「性別」、「請問您過去的生長居住環境？」、「請問您一個月到訪自然環境從事活動幾次？」、「請問您在自然環境中有不好的經驗次數？」等四題。測量尺度方面，「生長居住環境」以三等級的順序尺度，分別為「都市」、「城鎮」及「鄉村」；「自然環境從事活動次數」以五等級的順序尺度，分別為「一次都沒有」、「1-2 次」、「3-5 次」、「6-10 次」及「超過 11 次以上」；「在自然環境中有不好的經驗次數」以五等級的順序尺度，分別為「從來都沒有」、「1-2 次」、「3-5 次」、「6-10 次」及「超過 11 次以上」。

五、受測流程

受測之前，先由調查人員解說問卷目的和整個流程，讓受測者充分瞭解問卷內容。所有受測照片以 PowerPoint 的投影片方式在教室播放，受測者觀看完每張照片後便開始填寫問卷，全部需觀看 6 張照片，最後填寫個人背景資料，全程約需花費 15-20 分鐘。

六、統計分析方法

(一) 描述性統計(descriptive statistics)

本研究利用描述性統計將各個變項資料的平均數(mean)、標準差(standard deviation)等統計量計算出來，以看出各變項的集中趨勢與離散趨勢。透過這些描述性統計的運算，建立初步之統計指標，以此瞭解個人背景屬性和其他變項之基本資料及資料分佈特性。

(二) *t* 檢定(*t*-test)

t 檢定為連續變項的平均數檢驗，當研究者所欲分析的資料是不同樣本的平均數，也就是探討類別變項對於連續變項的影響，平均數的差異成為主要分析重點，本研究利用 *t* 檢定檢驗性別對於環境評價之差異。

(三) 單因子變異數分析(One-way ANOVA)

研究分析中所要比較的樣本數超過兩個，此時一次只能比較兩個平均數的 *z* 檢定或 *t* 檢定便不適用，而需要一種同時對兩個以上的樣本平均數差異進行檢定的方法稱為變異數分析。當研究者所使用的自變項只有一個，稱為單因子變異數分析(One-way ANOVA)，研究者所關心的是一個自變項對於依變項平均數的影響。本研究使用單因子變異數分析檢驗「不同受測者之生長環境、在自然不好經驗次數對情境和心理評價評斷之差異」。若當變異數分析 *F* 值達顯著水準，即表示至少有兩組以上平均數之間有顯著差異存在，為瞭解是哪幾組平均數之間有顯著差異，本研究採用 Scheffe' 事後檢定法進行檢驗分析。

結果與討論

一、受測者基本資料

本研究共獲得有效樣本為 110 份。在性別方面，受測樣本中男性佔 47 人(42.7%)，女性佔 63 人(57.3%)，平均年齡為 20.6 歲。生長居住環境部份，大部分受測者居住於都市，佔 61 位(55.5%)；接觸自然環境頻率部份，以「1-2 次」為最多，佔 72 位(65.5%)；在自然環境曾經不好的經驗次數，以「1-2 次」為最多數，佔 65 位(59.1%)。

二、受測照片描述性資料

綜言之，各平均值結果清楚地顯示照片二中的開放度($M=2.58$)、視覺可及性($M=3.65$)和移動容易性($M=3.49$)評值都是最低的，相對地情境的四項因子評分隨之升高($M=3.62\sim 4.02$)，其危險($M=3.51$)和害怕感($M=3.26$)也是最高的。照片四的開放度($M=5.79$)和視覺可及性($M=4.31$)評值最高，雖然會使情境的方向感擔心評分降低($M=2.01$)，但亦會讓偏好($M=3.83$)降低。最後，照片六的複雜性($M=5.21$)和神秘性($M=5.57$)越高時，越受到人們所偏好以及越想要進一步趨近的行為($M=5.23$)。此結果與 Kaplan 夫婦偏好矩陣的立論基礎相似，複雜性和神秘性越高時人們越偏愛。

三、性別差異分析

本研究以 t 檢定分析中不同性別差異對各變項之影響，結果顯示不同性別在偏好上有達顯著差異($t=2.30, p<.005$)。從這些結果顯示不同性別在情境等變項並無顯著的差異性。由於原先本研究預期在情境、危險和害怕部份可以獲得顯著差異結果，但最後結果並無獲得佐證，不同於先前研究結果指出女性的害怕感會高於男性(Fredrikson, *et al.*, 1996)。

四、居住地差異分析

利用單因子變異數分析檢驗不同居住地之受測者對於情境和心理評價之影響，結果顯示不同居住環境之受測者會對情境之方向感達到顯著差異($F=3.49, p<.005$)，以及心理評價之偏好也都達到顯著差異($F=5.03, p<.001$)，且經 Scheffe' 事後檢定結果發現大部分居住於都市和鄉村的受測者，他們之間具有顯著差異。

居住環境差異經本研究統計分析後，明確證實會影響各變項之評定，亦符合早期 Kaplan 和 Talbot (1988) 比較不同地區居民偏好相異之研究結果。本研究偏好部份，排序為鄉村>都市>城鎮，居住於鄉村者其偏好均為最高，據此推論其可能是受環境熟悉度之影響，如鄉村與自然森林環境狀況較為相似，故鄉村居住者較為偏好。另外居住於鄉村者對於方向感之擔心低於其他地區居住者，亦印證鄉村居民接觸自然較為頻繁，對環境辨視能力較高以不致迷失方向感。

五、接觸自然頻率差異分析

本研究利用單因子變異數分析進行檢驗，結果顯示受測者每個月平均接觸自然環境次數不同時，在社會犯罪威脅($F=10.10, p<.001$)、野生生物威脅($F=8.22, p<.001$)、方向感($F=8.54, p<.001$)、危險($F=12.02, p<.001$)和害怕($F=10.36, p<.001$)上均達到顯著差異。從此

結果推論受測者本身接觸自然環境頻率不同，其對於景觀評價有所不同，特別是情境之三個因素(社會犯罪威脅、野生生物威脅和方向感)、危險和害怕。接觸自然頻率高者相對之下，他們有比較低的情境擔心，且有較低的危險和害怕感。舉例而言，專業人員(登山者或健行者)與一般人比較下，專業人員具備野外求生技能，以及熟知自然環境緊急狀況之發生且具備應變能力，相對地他們遇到危急狀況或毫無預警災難時較能夠應付處理。

六、自然不好經驗次數差異分析

利用單因子變異數分析檢驗受測者過去不好的自然經驗次數對於情境關心程度之影響，結果顯示自然不好經驗的次數對於環境安全擔心($F=4.00, p<.01$)、社會犯罪威脅($F=3.95, p<.05$)、野生生物威脅($F=2.41, p<.05$)、危險($F=3.20, p<.01$)和害怕($F=4.81, p<.001$)都達到顯著差異。

個人在自然不好經驗次數不同，其對情境之環境安全擔心和社會犯罪威脅並非以次數最多者的評值最高，而以「3-5次」的情境擔心為最高，野生生物威脅則以「11次以上者」的評值為最高。由此可知，不好經驗次數3-5次者，對於環境安全擔心和社會犯罪威脅的擔憂最高，之後次數越多不一定會影響情境擔心。而在野生生物威脅方面，次數越多者其對野生生物的擔憂越高，如擔心遇到毒蛇、有毒植物或會傷害自身安全的動植物等。推論此結果可能由於個體受過去在自然環境曾經有不好經驗而在內心留下不好印象，進而影響景觀評價，但當他們每遇到不好境遇或經驗時，便會從中獲得學習經驗，如 Wilson (1984) 曾指出人類本來就是一直在自然環境中學習任何有利或不利事物，待下次再遇到某些特定事物或情境時，可能就不受其影響。

結 論

自從 Kaplan 和 Kaplan(1989)的偏好矩陣提出後，日後許多景觀偏好研究紛紛以他們提出之四項環境特徵作探討，從過去研究結果可發現出自然環境不僅是偏好的存在，也提供一些讓人感到危險的因素。本研究認為由於「情境」因素較少被研究提出探討，透過本研究問卷調查與分析後指出，情境因素在景觀評價相關研究具有顯著結果。除此之外，情境問卷亦曾在過去研究針對不同類型的自然地區進行測試，其結果顯示休閒農場中經過人為修整之步道普遍被人們偏好，草皮經過修剪痕跡，並依稀可從樹木的林縫間看到後方的景物，其表示開放程度可讓觀賞者清楚地掌握空間狀況，對於情境的擔心降低而產生偏好。另外亦指出自然林相完整，無人為開發痕跡的原始林步道，其實不易使觀賞者掌握環境資訊，易造成情境的擔憂。本研究認為情境問卷經過這一系列理論背景支持和研究佐證後，可成為爾後景觀評估研究之新思維。

參考文獻

- 李建民。2001。台灣地區國家公園遊客被害恐懼感形成因素之研究—以陽明山國家公園為例。中央警察大學犯罪防治研究所碩士論文。桃園。
- 張俊彥、萬麗玲。2000。景觀型態對肌電值及注意力恢復能力之研究。造園學報。7(1): 1-22。
- 張俊彥、彭家麟。2000。不同景觀型態刺激生心理反應差異之研究-一個案例研究。中國園藝。46(1): 93-102。
- Angyal, A. 1941. Disgust and related aversions. *J. Abnorm. Soc. Psych.* 36: 393-412.
- Appleton, J. 1975. *The experience of landscape*. New York, NY: John Wiley & Sons Press.
- Arrindell, W. A. 2000. Phobic dimensions: IV. The structure of animal fears. *Behav. Res. Ther.* 38: 509-530.
- Bixler, R. D., M. F. Floyd, and W. E. Hammitt. 1995. Feared stimuli are expected in specific situations: The use of situationalism and fear expectancy in a self-report measurement of fears. *J. Clin. Psychol.* 51: 544-547.
- Bixler, R. D., and M. F. Floyd. 1997. Nature is scary, disgusting, and uncomfortable. *Environ. Behav.* 29: 443-467.
- Daniel, T. C., and J. Vining. 1983. Methodological issues in the assessment of landscape quality. In: I. Altman & J. F. Wohlwill (Eds.) *Behavior and the natural environment*. pp. 39-84. New York, NY. Plenum Press.
- Davey, G. C. L. 1995. Preparedness and phobias: Specific evolved associations or a generalized expectancy bias? *Behav. Brain. Sci.* 18: 289-325.
- Fisher, B. S., and J. L. Nasar. 1992. Fear of crime in relation to three exterior site features: Prospect, refuge, and escape. *Environ. Behav.* 24: 35-65.
- Fredrikson, M., P. Annas, H. Fischer, and G. Wik. 1996. Gender and age differences in the prevalence of specific fears and phobias. *Behav. Res. Ther.* 34: 33-39.
- Hartig, T. A., M. Mang, and G. W. Evans. 1991. Restorative effects of natural environment experiences. *Environ. Behav.* 23: 3-26.
- Herzog, T. R., A. M. Black, K. A. Fountaine, and D. J. Knotts. 1997. Reflection and attentional recovery as distinctive benefits of restorative environments. *J. Environ. Psychol.* 17: 165-170.
- Herzog, T. R., and K. M. Kirk. 2005. Pathway curvature and border visibility as predictors of preference and danger in forest settings. *Environ. Behav.* 37: 620-639.
- Herzog, T. R., and G. E. Kutzli. 2002. Preference and perceived danger in field/forest settings. *Environ. Behav.* 34: 819-835.
- Herzog, T. R., and E. J. Miller. 1998. The role of mystery in perceived danger and

- environmental preference. *Environ. Behav.* 30: 429-449.
- Hull, R. B. IV., and G. J. Buyhoff. 1983. Distance and scenic beauty: a non-monotonic relationship. *Environ. Behav.* 15: 77-91.
- Kahn, P. H., Jr. 1999. *The human relationship with nature: Development and culture.* Cambridge, MA. MIT Press.
- Kaplan, R. 1977. Patterns of environmental preference. *Environ. Behav.* 9: 195-215.
- Kaplan, R., and J. F. Talbot. 1988. Ethnicity and preference for natural settings: A review and recent findings. *Landscape Urban Plan.* 15: 107-117.
- Kaplan, S., and R. Kaplan. 1989. *The experience of nature: A psychological perspective.* New York: Cambridge University Press.
- Loewen, L. J., G. D. Steel, and P. Suedfeld. 1993. Perceived safety from crime in the urban environment. *J. Environ. Psychol.* 13: 323-331.
- Lyons, N. P. 1983. Two perspectives: On self, relationships, and morality. *Harvard Educ. Rev.* 53: 125-145.
- Nasar, J. L., and B. S. Fisher. 1993. 'Hot spots' of fear and crime: A multi-method investigation. *J. Environ. Psychol.* 13: 187-206.
- Nasar, J. L., B. S. Fisher, and M. Grannis. 1993. Proximate cues to fear of crime. *Landscape Urban Plan.* 26: 161-178.
- Nasar, J. L., and K. Jones. 1997. Landscapes of fear and stress. *Environ. Behav.* 29: 291-323.
- Örians, G. H., and J. H. Heerwagen. 1992. Evolved responses to landscapes. In: J. H. Barkow, L. Cosmides & J. Tooby (Eds.) *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture.* pp. 555-579. New York, NY. Oxford University Press.
- Parsons, R. 1991. The potential influences of environmental perception on human health. *J. Environ. Psychol.* 11: 1-23.
- Parsons, R., and T. C. Daniel. 2002. Good looking: In defense of scenic landscape aesthetics. *Landscape Urban Plan.* 60: 43-56.
- Patsfall, M. R., N. R. Feimer, G. J. Buyhoff, and J. D. Wellman. 1984. The prediction of scenic beauty from landscape context and composition. *J. Environ. Psychol.* 4: 7-26.
- Purcell, A. T., and R. J. Lamb. 1984. Landscape perception: An examination and empirical investigation of two central issues in the area. *J. Environ. Manage.* 19: 31-63.
- Purcell, A. T., R. J. Lamb, E. M. Peron, and S. Falchero. 1994. Preference or preferences for landscape? *J. Environ. Psychol.* 14: 195-205.
- Tooby, J., and L. Cosmides. 1990. The past explains the present: Emotional adaptations and the structure of ancestral environment. *Ethol. Sociobiol.* 11: 375-424.
- Ulrich, R. S. 1983. Aesthetic and affective response to natural environment. In: I. Altman & J. F.

- Wohlwill (Eds.) Behavior and the natural environment. pp. 88-125. New York, NY. Plenum Press.
- Ulrich, R. S. 1986. Human responses to vegetation and landscapes. *Landscape Urban Plan.* 13: 29-44.
- Ulrich, R. S. 1993. Biophilia, biophobia and natural landscapes. In: S. R. Kellert & E. O. Wilson (Eds.) *The biophilia hypothesis*. pp. 73-137. Washington, DC. Island press.
- Ulrich, R. S., and R. Parsons. 1992. Influences of passive experiences with plants on individual well-being and health. In: D. Relf (Ed.) *The role of horticulture in human well-being and social development*. pp. 93-105. Portland, OR. Timber Press.
- van den Berg, A. E., S. L. Koole, and N. Y. van der Wulp. 2003. Environmental preference and restoration: (How) are they related? *J. Environ. Psychol.* 23: 135-146.
- van den Berg, A. E., and M. Ter Heijne. 2005. Fear versus fascination: An exploration of emotional responses to natural threats. *J. Environ. Psychol.* 25: 261-272.
- Wilson, E. O. 1984. *Biophilia*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Influences of Individuals' Demographic Background on Situational Concern and Psychological Evaluation in Natural Settings

Yen-Cheng Chiang¹⁾ Sheng-Jung Ou²⁾ Chun-Yen Chang³⁾

Key words: Demographics, Landscape preference, Danger, Fear, Situational concern

Summary

The purpose of study was to explore influences of different demographics on situational concern and psychological evaluation in natural settings. There were 110 university students watched six color slides then filled out the questionnaire. Factor analysis was performed to reduce variables in situational concern dimension. After rotation, the study obtained four factors: environmental safety concern, criminal threat, wildlife threat, and direction. The findings showed that gender had a significant influence in preference. Furthermore, participants' difference of living environment, frequency of contact with nature, and bad experience in nature had significant influences in all variables. Situational concern mentioned in previous literature has been proved in the study. In brief, these study results verified influences of demographical backgrounds that not only included preference in the natural settings but also danger and fear. This study brought up an idea—situational concern that has less mentioned by antecedent researches to explore influence on landscape preference. Hopefully, the study provides another way of thinking for future research as well as offers concrete suggestions for planning and design.

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

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

3) Professor, Department of Horticulture, National Taiwan University.

台灣鄉村地區景觀意象之探討

蔡淑美¹⁾ 歐聖榮²⁾

關鍵字：景觀類型、景觀意象、實質景觀元素

摘要：台灣鄉村地區之平疇綠野、阡陌縱橫、富饒產業等環境特色，形成變化多端的鄉村景觀，然而隨時間與環境的急遽改變，現今的鄉村環境究竟帶給人們何種意象感受？本研究主要就是探究人們對鄉村環境的意象感受為何，進而瞭解不同的景觀類型是否會有不同的景觀意象，以及景觀實質元素與景觀意象間之關係。本研究以 302 位大學生為主要受測對象，進行結構式問卷調查，透過探索性因素分析結果顯示，鄉村景觀認知意象計有 3 個構面，包括明亮清新的、開闊協調的與自然疏離的；鄉村景觀情感意象計有 2 個構面，包含閒適靜樸的與便利有人情味的；鄉村景觀組成因數計有 4 個構面，包括農作田園、濱海漁塭、生態山景與富饒梯田。由單因數變異數分析結果得知，不同景觀類型的確具有不同的景觀意象；且依據多元迴歸分析結果顯示，景觀意象會影響人們對鄉村地區所產生的景觀評價；而以典型相關分析結果得知，景觀組成因數與景觀意象間具有高度的相關性。本研究最後綜合上述成果，彙整出臺灣鄉村地區總體景觀特色。

前 言

近年來，隨著自然思潮極簡理念的蔚為風潮，人們對休閒的訴求以回歸自然鄉野體驗為主。正因鄉村地區宜人的景觀特色，使得它成為生態旅遊、休閒學習、環境教育的主要經營地區，許多關注的思考就落在鄉村地區，這彷彿是快速的替鄉村地區穿上了不同的絢麗外衣。例如，目前台灣有十三處國家風景區都位在鄉村地區總面積達數十萬公頃，各種閒置空間再造，如糖廠、鹽廠、林場之再造都是在鄉村地區，社區營造、城鄉風貌、千里步道等大多也是產生在鄉村地區，而民間為因應政策走向與市場需求，也配合發展休閒農

1) 國立中興大學園藝學系博士生。

2) 國立中興大學園藝學系教授，通訊作者。

場、民宿、風格餐廳、咖啡屋等。這些發展當然是良善的政策與趨勢的必然，然而我們發現每年公部門就有數十億的經費投注在鄉村地區，每年有許多大小不一的設施會出現，就如同 Garrod 等人(2006)所說，鄉村空間得承載過多的功能期待，鄉村地區除了上述快速改變的問題，也面臨了未來混亂發展的隱憂，受到經濟、社會、政策等多方需求的影響，鄉村資源所受到的壓力逐漸升高，鄉村地區產生空前的改變並面臨複雜的挑戰；另一方面，不只是在空間使用機能上的改變，人和人、人和環境的互動模式也產生極大的變化，最明顯的就是電子產品、網路世代的來臨，人們越來越習慣於虛擬的關係，人與人之間、人與環境之間也越來越缺乏實質的接觸，在這樣的時代氛圍與趨勢中，人們對鄉村環境的認知與認同是否也越來越薄弱了？於是，本研究想探討的是，在台灣鄉村景觀產生急速變化的同時，生活在這個島上的人們，究竟對於鄉村景觀又抱持怎樣的觀感呢？

學者曾將鄉村景觀視為一種如夢樣的景觀(rural dreamscape)，認為人與環境的互動是造成景觀最迷人的地方(Stilgoe, 2005)，並將景觀解釋成一個回憶的寶物桶，隱含無限可能性的場所精神，而這裡指稱的場所精神即是景觀的自明性，許多人種誌的研究，對景觀的自明性也提出論述，認為土地是一個所在地，這個所在的特色是逐漸變化的，但在變化中可「再意象化」(re-imagining)與社會間的關係，並讓地區特色更具辨認性(Mackenzie, 2004)，這裡所說的再意象化指的就是景觀在不斷變化的過程中，人們所存有的意象感受，而 Boulding(1956)將意象界定為一種經驗、態度、記憶和直接感覺產生的心靈圖像，它用來解釋資訊並引導行為，為可充滿意義的事務和概念二者之間提供一個相對穩定的秩序。地方的認同不單是環境、活動與意義三種元素的產物，它更是由社會結構而成的，因為認同會隨著個人、團體或該場所的共同意象而改變，所以瞭解意象的結構就是了解認同的先決條件。地方的意象包含了所有任何個人或團體經驗相聯結的要素，還有他們對該地方的意象(Baloglu, 1999)。而一種類型就是一種意象(施植明譯，1992)，不同的鄉村景觀類型可能呈現不同的意象感受，因此，本研究擬以蔡淑美(2006)所提出的台灣鄉村景觀類型，進行鄉村景觀意象之研究，在探究台灣不同的鄉村景觀類型時，基於「類型就是理念」的觀點(施植明譯，1992)，在類型與意象探討過程中可彙整各類型景觀特色，得到鄉村景觀的整體特色，這個整體特色是集體共同認知的意象，可喚起相似的情感。

實際的操作乃先透過對不同類型的景觀之意象調查，理解人們對鄉村環境的感受為何，進而瞭解構成這些感受的意象元素為何；整合觀光意象(Crompton, 1979)和場所意象的意象力(Imageability)等理論(Lynch, 1960)，彙整出認知(cognitive)和情感(affective)意象兩個組成做為鄉村景觀意象之變項；而在景觀空間結構模式上，由於景觀空間為正負兩項空間所互動產生，Lowenthal(1997)強調景觀空間有物質性、容器性與穩定性三特質，物質性指感官可被感知有形的部份，容器性指一個寬廣的大涵構，可增進個體的價值。因此，在景觀空間組成上，採取比較大的空間面狀涵構與組成這個大涵構的細部元素來進行探討，這個大涵構以多數學者提出的地形變化、農作、水域與人造元素(如道路)為主要空間組成之實質因數(Schauman, 1988; Menghi & Intile, 1992; Young, 1994; Real et al., 2000)；而景

觀評價指的是景觀的重要性、喜愛度與熟悉度；就各類型鄉村景觀進行其景觀意象、景觀組成實質因數與景觀評價之探討。

研究方法

一、研究架構

依據前言所述內容與回顧相關研究，建立本研究架構，如圖 1 所示。

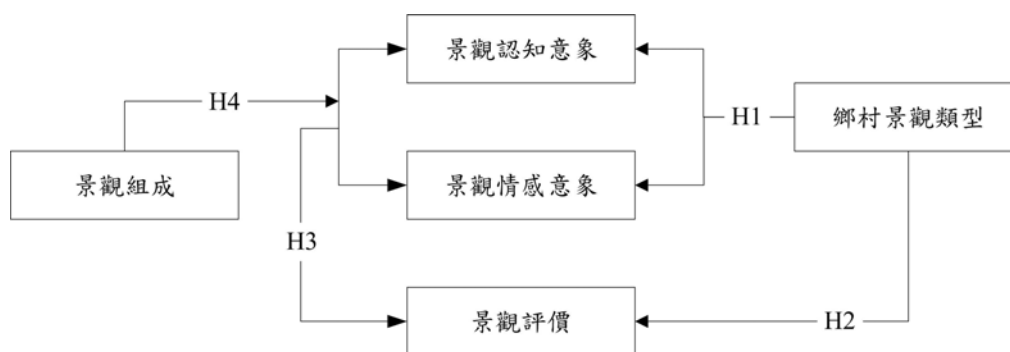


圖 1. 研究架構圖

Fig. 1. Research framework of this study

二、問卷設計與抽樣調查

(一) 問卷設計及流程

本研究以蔡淑美(2006)所提出的台灣鄉村景觀類型為分類標準，包括高臺旱作景觀、平原稻作景觀、縱谷農作景觀、溪谷雜作景觀、近山林野景觀、梯田茶園景觀、濱海水鄉景觀與海岸田園景觀等八種景觀類型，將該八種景觀類型各挑選出 4 張照片，透過結構式問卷(structured questionnaire)予以受測者填答，其問卷內容共有四大部份，包括鄉村景觀意象(含認知意象與情感意象)、鄉村景觀組成因數、鄉村景觀評價(包含景觀的重要性、喜愛度與熟悉度)，以及個人社經背景資料等。

(二) 問卷量表

問卷內容共擬定五個部份，包括(1)鄉村景觀認知意象；(2)鄉村景觀情感意象；(3)鄉村景觀組成因數；(4)鄉村景觀評價；(5)個人社經背景資料。其變項等級及內容分述如下：

1. 鄉村景觀之認知意象與情感意象

鄉村景觀認知意象與情感意象的屬性與變數問項，乃透過文獻探討與先驅研究而得。首先，經由旅遊意象、場所意象與實證研究等面向，整理相關景觀意象屬性與問項；再由 Q 分類問卷中，採非結構式問卷，針對鄉村地區之特色進行意象形容詞彙之詢問，該問項內容為「就您的體驗，簡單描述台灣鄉村地區的特色，和曾經在鄉村地區參與的活動」，從文獻與受測者回答詞語，擬定鄉村認知意象與情感意象結構式問卷之問項，其中，鄉村景觀認知意象共彙整出 15 題問項，並擬定「請寫出對空間特質之感受程度」之題項予受測者進行勾選填答；而鄉村景觀情感意象共彙整出 16 題問項，並擬定「請寫出您的心理感受程度」之題項予受測者進行勾選填答。

2. 鄉村景觀組成因數

鄉村景觀組成因數之變數問項與景觀意象之整理過程相同，皆為透過文獻探討與先驅研究而來，其中，文獻探討部份主要著重在景觀意涵、景觀組成、景觀類型與評估等面向。經由文獻與受測者回答詞語，擬定鄉村景觀組成因數 17 個問項，並於結構問卷中，擬定「請寫出各照片具有下列實質事物之多寡程度」乙項問題予受測者填答該問項。

3. 鄉村景觀評價

根據相關文獻回顧對鄉村景觀評價之概念，以詢問鄉村景觀對個人而言有何好處，故於結構式問卷中擬定「我覺得照片所代表景觀的重要程度」之題項予受測者進行填答。有關景觀對人的意義與重要性的關鍵性變項，偏好乃景觀評估研究最常被討論的(Mehrabian & Russell, 1974; Kaplan, 1983)，於是擬定「我對這張照片的喜愛程度」乙項問題予受測者填答該問項。此外，Prentice(2004)特別強調情感因素中「熟悉感」的重要性，越熟悉則越能產生正面的意象，因此本研究於結構問卷中擬定「我對這張照片的熟悉程度」之題項予受測者勾選填答。

4. 個人社經背景資料

包括性別、年齡、教育程度、教育背景、職業、成長環境及到訪鄉村地區次數等。

(三) 受測樣本與媒體

1. 受測對象

本研究調查對象以大學生為受測族群，包括東海大學、中州技術學院與朝陽科技大學等，共抽樣 377 份問卷，扣除漏答、構念量表拒答問項超過 1/3 以上，或出現明顯任意填答者為廢卷處理。實得有效問卷為 302 份，無效問卷為 75 份，廢卷率為 20%。

2. 受測媒體與流程

主要以觀看照片為受測方式，所有測試照片皆以 PowerPoint 簡報軟體隨機播放，投影在教室螢幕上觀看。首先，讓受測者瀏覽 32 張鄉村景觀照片；接著，再以每張約 1 分鐘速度播放，當受測者觀看完每張照片後，便開始針對本研究所擬定之 51 個變項給予評值，整個受測過程概約花費 60 分鐘。

結果與討論

一、樣本描述

依據分析結果顯示，在 302 位有效受測者中，以「女性(58.9%)略多於男性(41.1%)」。年齡部份，以「20 歲(含)以下」居多(82.8%)，其次為「21-30 歲」(15.6%)。有關受測者教育程度方面，以「大學/專」學歷為多(97.7%)。而受測者的教育背景，以「東海大學景觀系」較多(28.1%)，其次為「朝陽科技大學環境工程與管理系」(16.9%)。在成長環境部份，以「都市(55.5%)略多於鄉村(44.5%)」。受測者到訪鄉村地區的次數，以「超過 11 次以上」佔多數(36.6%)，其次為「3-5 次」(26.2%)。

二、台灣鄉村景觀意象與實質元素之組成

為瞭解台灣鄉村景觀之認知意象、情感意象與實質元素的組成向度，本研究以探索性因素分析萃取景觀之認知意象、情感意象與實質因數的組成內涵。在資料編碼的部份，本研究將認知意象中之「雜亂不和諧的」、「衝突的」、「陰暗的」與「有臭味的」等 4 個反向問項，以及情感意象中的「不舒適的」、「不舒服的」等 2 個反向問項予以重新編碼。依據 Nie, Hull, Jenkins, Steinbrenner 與 Bent(1975)的建議，構面內之每一因素負荷值(factor loadings)至少需與其他因素負荷值差距 0.1 才會保留。據此，認知意象、情感意象與實質元素並無任何問項被刪除，且各構面內的每一個因素負荷值皆大於 0.4 以上，以及每一構面的特徵值皆大於 1 以上(Child, 1970)。另依據學者的建議，本研究構面萃取之 KMO 值皆大於 0.6，表示其因素抽取程式相當妥適(Kaiser, 1974)。又 Hair, Black, Anderson 與 Tatham(2006)提出，由 Bartlett 球形檢定檢視所有相關性矩陣，若 Bartlett 球形檢定為顯著($p < 0.001$)，表示變數之間顯著相關。

(一) 認知意象組成構面

研究結果顯示，台灣鄉村景觀之認知意象計有 3 個構面，分別命名為：「明亮清新的」、「開闊協調的」、「自然疏離的」。此 3 個構面可解釋台灣鄉村景觀之認知意象總變異量達 85.54%。且信度係數 Cronbach's alpha 值從 0.86 到 0.94，於是此 3 個構面的信度是可被接受用來度量台灣鄉村地區景觀之認知意象。

(二) 情感意象組成構面

分析結果顯示，台灣鄉村景觀之情感意象計有 2 個構面，分別命名為：「閒適靜樸的」、「便利有人情味的」。此 2 個構面可解釋台灣鄉村景觀之情感意象總變異量達 94.03%。且信度係數 Cronbach's alpha 值從 0.88 到 0.99，於是此 2 個構面的信度是可被接受用來度量台灣鄉村地區景觀之情感意象。

(三) 鄉村景觀之實質組成因數

從分析結果得知，台灣鄉村景觀之組成因數計有 4 個構面，分別命名為：「農作田園」、「濱海漁塭」、「生態山景」、「富饒梯田」。此 4 個構面可解釋台灣鄉村景觀之實質組成因數總變異量達 84.07%。且信度係數 Cronbach's alpha 值從 0.66 到 0.94，雖然「富饒梯田」

信度較低，但因構面內的變項數目有 2 個，依據 Cortina(1993)的建議，這些構面是可接受的，於是此 4 個構面的信度是可被接受用來度量台灣鄉村地區景觀之因素組成。

三、不同鄉村景觀類型在鄉村景觀意象感受與景觀評價上之差異

(一) 認知意象方面

研究結果顯示，八種鄉村景觀類型之 3 個認知意象構面的同意程度，除「開闊協調的」之構面無顯著差異($p>0.05$)外，其餘皆呈現顯著差異($p<0.001$, $p<0.01$)。透過平均數比較結果顯示，就「明亮清新的」認知意象構面而言，在八種景觀類型的同意程度中，以「高臺旱作」($\text{mean} = 6.53$)、「平原稻田」($\text{mean} = 7.57$)、「縱谷米鄉」($\text{mean} = 7.55$)、「溪谷雜作」($\text{mean} = 6.37$)、「近山林野」($\text{mean} = 7.64$)、「梯田茶園」($\text{mean} = 7.10$)、「海岸田園」($\text{mean} = 6.63$)之平均數皆顯著高於「濱海水鄉」($\text{mean} = 5.04$)；就「自然疏離的」認知意象構面而言，在八種景觀類型的同意程度中，以「近山林野」($\text{mean} = 7.51$)之平均數皆顯著高於「高臺旱作」($\text{mean} = 5.49$)。

(二) 情感意象方面

由分析結果得知，八種鄉村景觀類型之 2 個情感意象構面的同意程度，皆呈現顯著差異($p\leq 0.001$)。透過平均數比較結果顯示，就「閒適靜樸的」情感意象構面而言，在八種景觀類型的同意程度中，以「高臺旱作」($\text{mean} = 5.76$)之平均數皆顯著低於「近山林野」($\text{mean} = 6.51$)；「溪谷雜作」($\text{mean} = 5.39$)之平均數皆顯著低於「縱谷米鄉」($\text{mean} = 6.74$)與「近山林野」($\text{mean} = 6.51$)；而「濱海水鄉」($\text{mean} = 5.06$)之平均數皆顯著低於「平原稻田」($\text{mean} = 6.73$)、「縱谷米鄉」($\text{mean} = 6.74$)與「近山林野」($\text{mean} = 6.51$)；就「便利有人情味的」情感意象構面而言，在八種景觀類型的同意程度中，以「近山林野」($\text{mean} = 4.72$)之平均數皆顯著低於「高臺旱作」($\text{mean} = 5.68$)與「平原稻田」($\text{mean} = 6.42$)。

(三) 景觀評價方面

研究結果顯示，八種鄉村景觀類型之 3 個景觀評價變數的同意程度，皆呈現顯著差異($p<0.001$, $p<0.01$)。透過平均數比較結果顯示，就「重要性」的景觀意義變數而言，在八種景觀類型的同意程度中，以「縱谷米鄉」之平均數最高($\text{mean} = 6.15$)，其次為「近山林野」($\text{mean} = 6.02$)、「平原稻田」($\text{mean} = 5.83$)、「海岸田園」($\text{mean} = 5.67$)、「梯田茶園」($\text{mean} = 5.61$)、「高臺旱作」($\text{mean} = 5.37$)、「溪谷雜作」($\text{mean} = 5.26$)，而以「濱海水鄉」($\text{mean} = 4.18$)之平均數最低；就「偏好」的景觀評價變數而言，在八種景觀類型的同意程度中，以「縱谷米鄉」($\text{mean} = 6.13$)之平均數皆顯著高於「濱海水鄉」($\text{mean} = 4.18$)；就「熟悉度」的景觀評價變數而言，在八種景觀類型的同意程度中，以「平原稻田」($\text{mean} = 6.14$)之平均數皆顯著高於「高臺旱作」($\text{mean} = 4.72$)、「溪谷雜作」($\text{mean} = 4.72$)、「梯田茶園」($\text{mean} = 4.59$)、「濱海水鄉」($\text{mean} = 4.26$)。

四、景觀意象感受與景觀評價之分析

(一) 景觀的重要性與意象之關係分析

1. 認知意象上

分析結果顯示，明亮清新的、開闊協調的、自然疏離的顯著影響景觀重要性($p < 0.001$, $p < 0.05$)，其中明亮清新的、開闊協調的與自然疏離的認知意象皆呈正向關係，說明當景觀重要性每增加一單位時，明亮清新的看法會提高 0.314 個單位，開闊協調的看法會增加 0.227 個單位，而自然疏離的會提升 0.121 個單位。此外，在 3 個認知意象對景觀重要性方面，以明亮清新的($\text{Beta}=0.664$)對景觀重要性的影響最大，其次為開闊協調的($\text{Beta}=0.476$)與自然疏離的($\text{Beta}=0.253$)。景觀重要性的迴歸方程式為：景觀重要性= $5.630+0.314*\text{明亮清新的}+0.227*\text{開闊協調的}+0.121*\text{自然疏離的}$ ，其可解釋的變異量為 70.2%。

2. 情感意象上

經由研究結果顯示，閒適靜樸的情感意象對景觀重要性具有顯著影響($p < 0.001$)，且閒適靜樸的情感意象對景觀重要性呈正向關係，說明當景觀重要性每增加一單位時，閒適靜樸的感受會提高 0.435 個單位。此外，在閒適靜樸的情感意象對景觀重要性影響非常大，標準化係數為 0.911。該景觀重要性的迴歸方程式為：景觀重要性= $5.630+0.435*\text{閒適靜樸的}$ ，此迴歸模式可解釋的變異量為 82.5%。

(二) 景觀偏好與景觀意象分析

1. 認知意象上

分析結果顯示，明亮清新的、開闊協調的對景觀偏好具有顯著影響($p < 0.001$)，其中明亮清新的與開闊協調的認知意象皆呈正向關係，說明當景觀偏好每增加一單位時，明亮清新的看法會提高 0.599 個單位，開闊協調的看法會增加 0.361 個單位。此外，在 2 個認知意象對景觀偏好方面，以明亮清新的($\text{Beta}=0.732$)對景觀偏好的影響最大，其次為開闊協調的($\text{Beta}=0.441$)。而景觀偏好的迴歸方程式為：景觀偏好= $5.246+0.599*\text{明亮清新的}+0.361*\text{開闊協調的}$ ，其可解釋的變異量為 71.3%。

2. 情感意象上

研究結果顯示，閒適靜樸的、便利有人情味的對景觀偏好具有顯著影響($p < 0.001$)，且閒適靜樸的與便利有人情味的情感意象對景觀偏好皆呈正向關係，說明當景觀偏好每增加一單位時，閒適靜樸的感受會提高 0.731 個單位，而便利有人情味的感受會增加 0.232 個單位。此外，在閒適靜樸的情感意象對景觀偏好的影響最大，標準化係數為 0.894，其次為便利有人情味的，標準化係數為 0.283。該景觀偏好的迴歸方程式為：景觀偏好= $5.246+0.731*\text{閒適靜樸的}+0.232*\text{便利有人情味的}$ ，此迴歸模式可解釋的變異量為 87.0%。

(三) 對景觀的熟悉度與景觀意象之關係

1. 認知意象上

由分析結果得知，明亮清新的、開闊協調的對景觀熟悉度具有顯著影響($p < 0.001$)，其中明亮清新的與開闊協調的認知意象皆呈正向關係，說明當景觀熟悉度每增加一單位時，明亮清新的看法會提高 0.358 個單位，開闊協調的看法會增加 0.355 個單位。此外，在 2 個認知意象對景觀熟悉度方面，以明亮清新的($\text{Beta}=0.542$)對景觀偏好的影響最大，其次為開闊協調的($\text{Beta}=0.537$)。而景觀熟悉度的迴歸方程式為：景觀熟悉度= $4.963+0.358*\text{明亮清新的}+0.355*\text{開闊協調的}$ ，其可解釋的變異量為 70.2%。

亮清新的+0.355*開闊協調的，其可解釋的變異量為 55.3%。

2. 情感意象上

分析結果顯示，閒適靜樸的、便利有人情味的對景觀熟悉度具有顯著影響($p < 0.001$)，且閒適靜樸的與便利有人情味的情感意象對景觀熟悉度皆呈正向關係，說明當景觀熟悉度每增加一單位時，閒適靜樸的感受會提高 0.443 個單位，而便利有人情味的感受會增加 0.315 個單位。此外，在閒適靜樸的情感意象對景觀偏好的影響最大，標準化係數為 0.670，其次為便利有人情味的，標準化係數為 0.477。該景觀熟悉度的迴歸方程式為：景觀熟悉度 = $4.963 + 0.443 \times \text{閒適靜樸的} + 0.315 \times \text{便利有人情味的}$ ，此迴歸模式可解釋的變異量為 65.4%。

五、鄉村景觀組成因數與意象感受之分析

(一) 景觀組成與認知意象之關係

透過分析結果顯示，鄉村景觀組成與認知意象之關係，其第一組與第二組典型方程式皆達顯著($p < 0.001$, $p < 0.01$)，能有效解釋樣本在兩組變數上之變異量。

1. 景觀組成與認知意象第一組典型方程式

由分析結果得知，第一組景觀組成與認知意象的典型相關值為 0.903，可互相的解釋量是 81.5%。有關重疊係數的部份，在認知意象因數，透過第一組典型方程式解釋 4 個景觀組成因數的變異為 20.4%；在景觀組成因數，透過第一組典型方程式解釋 3 個認知意象因數的變異為 27.2%，表示在第一組典型方程式中，景觀組成因數與認知意象因數兩組變數間為高度重疊(相關)。透過第一組典型方程式之典型負荷量顯示，「生態山景」的典型負荷量(0.701)在解釋景觀組成的重要性最高。而「明亮清新的」典型負荷量(0.889)在解釋認知意象的重要性最高。綜合上述分析結果推論，當鄉村景觀的組成因數越趨於生態山景的實質因素，對鄉村景觀的認知意象因數會產生明亮清新的想法。

2. 景觀組成與認知意象第二組典型方程式

在第二組景觀組成與認知意象的典型相關值為 0.16，且可互相的解釋量是 40.8%。針對重疊係數的部份，在認知意象因數，透過第二組典型方程式解釋 4 個景觀組成因數的變異為 10.2%；在景觀組成因數，透過第二組典型方程式解釋 3 個認知意象因數的變異為 13.6%，表示在第二組典型方程式中，景觀組成因數與認知意象因數兩組變數間亦為高度重疊(相關)。經由第二組典型方程式之典型負荷量顯示，「農作田園」的典型負荷量(0.848)在解釋景觀組成的重要性最高。而「自然疏離的」典型負荷量(-0.701)在解釋認知意象的重要性最高。綜合上述分析結果推論，鄉村景觀的組成因數越趨於農作田園的實質因素，對鄉村景觀的認知意象因數會產生自然疏離的想法越低。

(二) 景觀組成與情感意象之關係

透過分析結果顯示，鄉村景觀組成與情感意象之關係，其第一組與第二組典型方程式皆達顯著($p < 0.001$)，能有效解釋樣本在兩組變數上之變異量。

1. 景觀組成與情感意象第一組典型方程式

分析結果得知，第一組景觀組成與情感意象的典型相關值為 0.815，可互相的解釋量是 66.4%。有關重疊係數的部份，在情感意象因數，透過第一組典型方程式解釋 4 個景觀組成因數的變異為 16.6%；在景觀組成因數，透過第一組典型方程式解釋 2 個情感意象因數的變異為 33.2%，表示在第一組典型方程式中，景觀組成因數與情感意象因數兩組變數間為高度重疊(相關)。依據第一組典型方程式之典型負荷量顯示，「生態山景」的典型負荷量(-0.910)在解釋景觀組成的重要性最高。而「閒適靜樸的」典型負荷量(-0.991)在解釋情感意象的重要性最高。綜合上述分析結果推論，鄉村景觀的組成因數越趨於生態山景的實質因素，對鄉村景觀的情感意象因數會具有閒適靜樸的感受。

2. 景觀組成與認知意象第二組典型方程式

在第二組景觀組成與認知意象的典型相關值為 0.713，且可互相的解釋量是 50.8%。針對重疊係數的部份，在情感意象因數，透過第二組典型方程式解釋 4 個景觀組成因數的變異為 12.7%；在景觀組成因數，透過第二組典型方程式解釋 2 個情感意象因數的變異為 25.4%，表示在第二組典型方程式中，景觀組成因數與情感意象因數兩組變數間亦為高度重疊(相關)。經由第二組典型方程式之典型負荷量顯示，「農作田園」的典型負荷量(-0.900)在解釋景觀組成的重要性最高。而「便利有人情味的」典型負荷量(-0.991)在解釋認知意象的重要性最高。綜合上述分析結果推論，鄉村景觀的組成因數越趨於農作田園的實質因素，對鄉村景觀的情感意象因數越具有便利有人情味的感受。

結 論

一、台灣鄉村景觀「明亮清新、閒適靜樸」之意象

本研究以八類鄉村景觀與「明亮清新的」、「閒闊協調的」、「自然疏離的」、「閒適靜樸的」、「便利有人情味的」五個意象感受，進行鄉村景觀類型與景觀意象感受之探討，在認知意象中，只有濱海水鄉景觀以自然疏離的感受較強，其他均以明亮清新的為主要感受；在情感意象中，各類型均以閒適靜樸的感受最強。另外，在意象感受與重要性、喜愛度與熟悉度之關係探討中，顯著影響景觀重要性、喜愛度與熟悉度，在認知意象上都是以明亮清新的感覺為主，而情感意象也都以閒適靜樸的感受影響受測者對鄉村景觀的重要性、喜愛度與熟悉度之主要因數。雖然從假設一可以看出不同鄉村景觀類型在景觀意象感受上是有差異，但若以總體感受而言，如侯錦雄(1998)所提出對鄉村景觀的描述「鄉村，是一個充滿溫馨的概念，呈現豐富變化且多色彩的景觀，具有倫理、美學、文化保存與風景、產物效益及生態平衡等價值，在環境保育上，更具有提升生活環境品質寧適性(Amenity)的價值」，其意涵與「明亮清新、閒適靜樸」之意象頗為相符。因此，本研究則提出台灣鄉村景觀具有「明亮清新、閒適靜樸」之意象本質。綜合上述，台灣鄉村景觀意象為「位於都市與自然荒野之間，以一級產業為主的地區，人們感知與其他地區不同的地形地勢、產

業植被與水域形式的特色，且全區充滿明亮清新、閒適靜樸的感受」。

二、鄉村景觀意象之討論

意象認知過程由文獻探討彙整後，將意象的結構、自明性與意義，以認知意象與情感意象，並透過景觀照片視覺的投入進行問卷，而鄉村原型「在土地水中滿足生命需求」經變化後的再意象化，可辨認的景觀為農作田園、濱海漁塭、生態山景、富饒梯田，這些景觀給人們的感受是「明亮清新」、「開闊協調」、「自然疏離」、「閒適靜樸」、「便利有人情味」。這些可辨認的鄉村景觀，人們普遍覺得它們是重要的、對它們是熟悉且喜愛的，這些感受演繹成更具穩定性的鄉村景觀圖示。因此，更深化的鄉村景觀特色為「明亮清新、閒適靜樸的鄉村景觀，在都市與原野之間、山與海之間，呈現高低起伏的山區、坡地、平原、臺地、梯田、山谷沖積地、水域等多樣的地平線，充滿了稻田、蔬果、花卉、旱作、茶園、沼澤、溼地、養殖池等作物；視野上是水平遼闊的、是山巒疊起的，有時是在山中嵌著平原、有時是一大片海洋與農地形成對比，有時是清晰的階狀紋理、有時是朦朧無邊無際，有時色澤豐富、有時單一純樸，台灣鄉村景觀總體呈現寧適感」。

三、鄉村景觀意象之運用

本研究提出「明亮清新的」、「開闊協調的」、「自然疏離的」、「閒適靜樸的」、「便利有人情味的」五個意象感受，其中「明亮清新的」與「閒適靜樸的」的鄉村意象，頗能代表台灣鄉村景觀在空間特性與心理層面的感受，在定位鄉村特色與行銷鄉村景觀上應可多予運用；譬如，可以就這些意象特色行銷整體國家特色，也可在知名的臺北 101 大樓都市景觀與太魯閣峽谷自然景觀外，進一步展現台灣鄉村特色。

就個別特色而言，平原稻作與縱谷農作景觀相對於其他類型在明亮清新、自然疏離、閒適靜樸的綜合性意象感受，而近山林野在自然疏離的感受上是所有類型中最強的，濱海水鄉更獨具自然疏離之感；而各類型在景觀重要性、喜愛度、熟悉度之排序，「縱谷農作」被認為是最重要且最受偏好的景觀類型，而熟悉度最高的是「平原稻作」景觀，可能與平原稻作多在聚落周邊人們容易接觸，也有可能因為平原稻田的面積相對是較廣大的，而濱海水鄉景觀在重要性、喜愛度與熟悉度上都是最低的；這些個別類型的意象差異，可以由八類型中擇取代表性經典景觀地點，進行各個鄉村景觀維護、改善與行銷工作。

四、鄉村景觀意義上的討論

從鄉村景觀與景觀意義問項之分析，可以看出各類型鄉村景觀的重要性、喜愛度、熟悉度之排序，其中縱谷農作、平原稻田、近山林野為前三順位，尤其是縱谷農作是最被喜愛且被認為最重要的類型，可能因為其地形地勢的雄偉與平原寧靜田園的搭配，所呈現的景觀變化性而產生的，而反觀濱海水鄉景觀在重要性、喜愛度與熟悉度上都是最低的，可能因為其景觀呈現濱海濕地、漁塭等較暗沉的色澤與廣漠的水準延展特色。Linton(1968)曾提出，當我們進行景觀評估時，都是透過組成因數得到總體評價的，其概念亦即整體是個別的總合，這個論述受到的質疑是，並未考量個別組成因數間的交互作用，濱海水鄉類的景觀其主要的組成因數是水的景觀資源，而水的景觀在許多研究中已被證明是最受人喜

歡偏好(Real *et al.*, 2000; Scott & Canter, 1997)，但在本研究中卻是重要性、喜愛度與熟悉度相對都較低的，可能因其總體環境所給予人的影響。

參 考 文 獻

- 侯錦雄。1998。景觀生態美學：城鄉風貌塑造的規劃與設計理念。均衡發展學術研討會論文集。
- 施植明譯。1992。城市建築。Aldo Rossi 原著。田園城市。臺北。
- 蔡淑美。2006。台灣鄉村景觀風貌調查分析計畫。94 年度水土保持重要成果彙編。行政院農業委員會水土保持局。臺北。
- Baloglu, S. 1999. Image variations of Turkey by familiarity index informational and experience dimensions. *Tourism Manage.* 20: 361-365.
- Boulding, K. E. 1956. *The image: Knowledge in life and society*. The University of Michigan Press.
- Child, D. 1970. *The essentials of factor analysis*. New York. Holt Press.
- Cortina, J. M. 1993. What is coefficient alpha? An examination of theory and applications. *J. Appl. Psychol.* 78: 98-104.
- Crompton, J. L. 1979. An assessment of the image of Mexico as a vacation destination and influence of geographical location upon that image. *J. Travel Res.* 17: 18-23.
- Garrod, B., R. Wornell, and R. Youell. 2006. Re-conceptualising rural resources as countryside capital: the case of rural tourism. *J. Rural Stud.* 22: 117-128.
- Hair, J. F., W. C. Black, B. J. Babin, R. E. Anderson, and R. L. Tatham. 2006. *Multivariate data analysis*. Upper Saddle River, NJ. Pearson Education Inc.
- Kaiser, H. F. 1974. An index of factorial simplicity. *Psychometrika.* 39: 31-36.
- Kaplan, S. 1983. A model of person-environment compatibility. *Environ. Behav.* 15: 311-332.
- Linton, R. B. J. 1968. The Assessment of scenery as a national resources. *Scot. Geogr. Mag.* 84: 219-238.
- Lowenthal, D. 1997. *European landscape transformations: the rural residue. Understanding ordinary landscapes*. New Haven, CT. Yale University Press.
- Lynch, K. 1960. *The image of the city*. Cambridge, MA. MIT Press.
- Mackenzie, A. F. D. 2004. Re-imagining the land, North Sutherland, Scotland. *J. Rural Stud.* 20: 273-287.
- Mehrabian, A., and J. A. Russell. 1974. *An approach to environmental psychology*. Cambridge, MA. MIT Press.

- Menghi, M., and C. Intile. 1992. Landscape variability using two methodological procedures. *Landscape Res.* 17: 80-89.
- Nie, N., C. Hull, J. Jenkins, K. Steinbrenner, and D. Bent. 1975. *SPSS: Statistical package for the social sciences*. New York. McGraw-Hill.
- Prentice, R. 2004. Tourist familiarity and imagery. *Ann. Tourism Res.* 31: 923-945.
- Real, E., C. Arce, and J. M. Sabucedo. 2000. Classification of landscapes using quantitative and categorical data, and prediction of their scenic beauty in north-western Spain. *J. Environ. Psychol.* 20: 355-373.
- Schauman, S. 1988. Scenic value of countryside landscapes to local residents: A Whatcom County, Washington case study. *Landscape J.* 7: 40-46.
- Stilgoe, J. R. 2005. *Landscape and image*. Charlottesville, VA. The University of Virginia Press.
- Young, B. 1994. Landscape mapping in England using an air photo based land systems mapping approach. *Landscape Res.* 19: 144-148.

Exploring the Landscape Images of the Rural Areas in Taiwan

Su-May Tsai¹⁾ Sheng-Jung Ou²⁾

Key words: Landscape Type, Landscape Image, Physical Landscape Element

Summary

Many environmental characteristics of green fields, crossing farm paths and the bountiful products form the various rural landscapes in Taiwan. However, along with the time and the environment change swiftly, the issue of what images of the rural areas people feel nowadays is needed to be discussed? Hence, this research tried to explore the rural landscape image, and to understand the different landscape images between the different landscape types and the relationship between physical rural landscape elements and landscape images. The study obtained 302 valid university student samples were carried out the questionnaire investigation. By performing factor analysis using varimax rotation, the study extracted three cognition image factors named as bright and fresh, wide and harmonized, nature and isolated, the affective image factors named as peaceful and quiet, touch of humanity conveniently, and the physical landscape composition factors included farm fields, seashore cultivated, eco-mountain and plentiful terraced. After one way analysis of variance, the results showed that there were significant differences between the landscape types. The multiple regression result showed that the landscape image had effect on the landscape appraisal (familiarity, preference and importance). The results of canonical correlation analysis also showed that the landscape composition factors and the landscape image had the high relevance. Finally, with these results, the study proposed the overall characteristics of the rural landscape in Taiwan.

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

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

