

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 Optiphoteperiscopic - 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。於授於 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

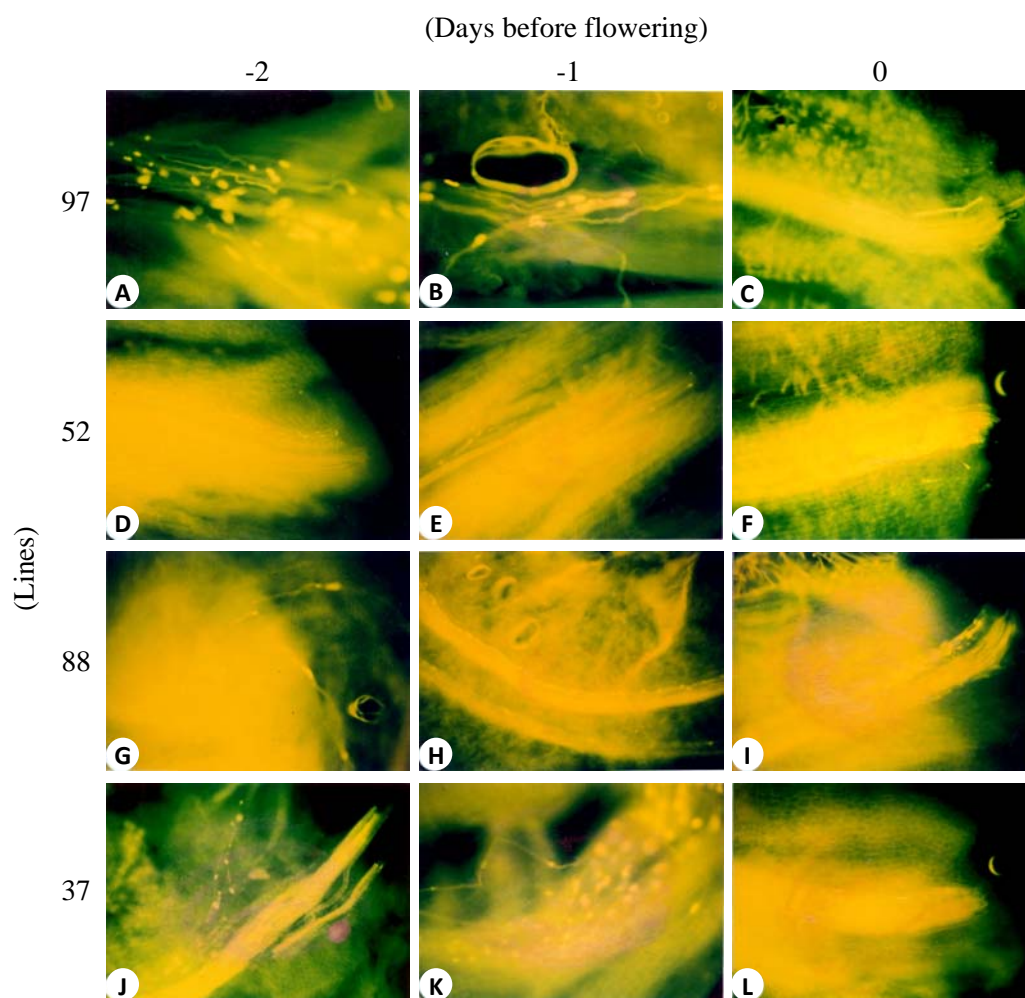


圖 1. 百香果品系 97 (A~C)、52 (D~F)、88(G~I)及 37(J~I)於開花前 2 天(A、D、G、J)、1 天(B、E、H、K)及 0 天(C、F、I、L)自花授粉後 24 小時，花粉在花柱組織生長的情形。

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	——	——	停留在絨毛層	——	柱頭引導組織	8/10~9/10 花柱
	-1	進入柱頭引導組織	——	花柱 1/4 處	花柱 1/3 處	花柱 1/2 處	穿越花柱末端
	0	——	停留在絨毛層	——	——	花柱 2/5 處	穿越花柱末端
52	-2	——	——	進入柱頭引導組織	——	——	穿越花柱末端
	-1	進入柱頭組織	——	花柱 1/10 處	花柱 1/3 處	花柱 2/5 處	花柱 3/5 處
	0	——	——	停留在絨毛組織，即使經過 24 小時花柱內仍無花粉管	——	——	——
88	-2	——	進入柱頭引導組織	——	花柱 1/10 處，但亦有在絨毛被逮捕	——	——
	-1	——	進入柱頭	——	存在花柱中，12 小時亦有停留在絨毛層	——	極少數在花柱末端
	0	——	停留在絨毛層	——	——	柱頭引導組織	極少數在花柱末端
37	-2	——	——	進入絨毛組織	——	抵達花柱末端	——
	-1	——	——	穿越絨毛，進入柱頭組織	——	——	穿越花柱末端
	0	——	——	在絨毛被逮捕	——	——	極少數在花柱末端

^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.