養液栽培技術講習會專刊　第四輯　62～71, 1992

觀賞植物養液栽培

陳　榮　濱*

自 1964 年德國科學家 Knop 及 Sachs 共同研究以無機鹽類溶液栽培作物後，營養液栽培一直被應用於植物營養之研究，快速拓展了人類對於植物營養要素之需求及其功用的知識領域，功不可沒。

養液栽培應用在經濟生產則遲至 1940 年代開始，而於 1960 年代大量興起，並研發許多不同型式的栽培方式。1985 年日本筑波科學萬國博覽會展出一株水耕番茄巨樹，結了一萬二千個果實，震驚全世界，也展現了水耕栽培的深厚潛力。本省之養液栽培除傳統的芽菜及水塘蔬菜栽培外，應用現代技術之栽培者，以民國 58 年龍潭農校進行 0.3 公頃之礫耕爲最早，此後有台灣省農業試驗所之砂耕試驗，中興大學之立體栽培試驗，72 年鳳山熱帶園藝試驗分所進行水耕試驗，74 年台中區農業改良場進行水耕實用化研究，74 年起台糖埔里副產加工廠及溪湖糖廠先後進行水耕蔬菜生產，運銷台北、台中之超級市場。

多年來本省之養液栽培技術已相當進步，而且也開發多種適合本地環境之栽培系統。唯過去許多研究多數以蔬菜爲研究對象，有關觀賞植物之養液栽培報告較少。台灣糖業研究所爲配合台糖公司多角化政策，於 74 年進行養液栽培番茄、小胡瓜試驗，75 年進行養液栽培系統開發研究，76 年進行蝴蝶蘭及觀賞植物養液栽培試驗，79 年進行簡易栽培箱之研製以提供一般家庭栽培花卉蔬菜之用。茲將試驗結果摘要列述如下。

一、蝴蝶蘭養液栽培試驗

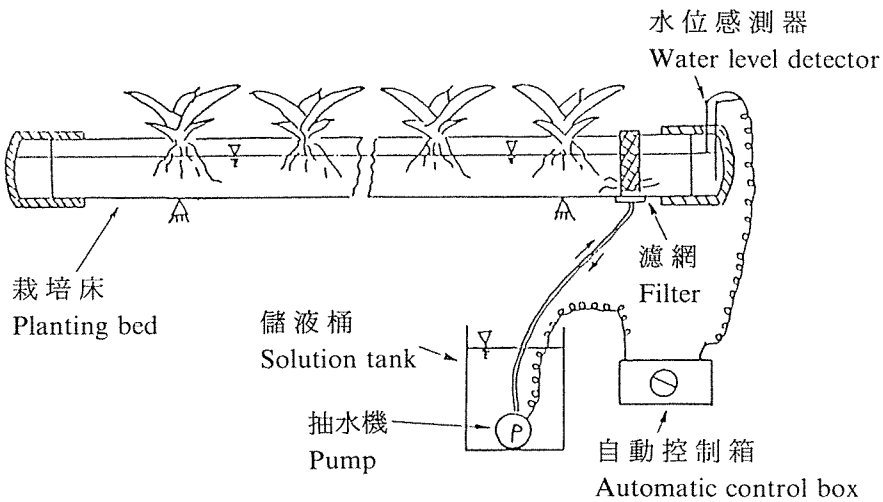
台糖公司因鑒於本省係蝴蝶蘭原產地之一，暨國外具有深厚潛力之蝴蝶蘭切花市場，乃選擇蝴蝶蘭爲該公司農務多角經營之對象作物，並積極進行育種，栽培管理，產品處理及運銷之研究，期能帶動台灣蘭界進軍國際市場。

台糖公司栽培蝴蝶蘭係計劃以生產切花供外銷爲主，爲確保切花品質，必須以根域灌溉方式代替噴灌方法以避免在花瓣上滯留污斑而影響品質。

爲適應蝴蝶蘭氣生根之生理特性，本試驗採用給液換氣法塑膠管床養液栽培系統進行，該系統由塑膠管植床，輸液管，儲液桶，沉水式抽水機，水位控制器及定時器所組成（圖一）。養液由水位控制器控制，每 2 小時供輸 1 次，供液時根域之廢氣被排出，水位達到設定高度時由水位控制器切斷電源使植床內之養液自動排回儲液桶，排液時新鮮空氣即被引入根域而達成換氣作用，故可以適應蝴蝶蘭氣生根之需求。

本試驗使用之養液其組成爲：N: 99ppm, P: 40ppm, K: 168ppm, Ca: 80ppm, Mg:48ppm, Fe: 3ppm, B: 0.5ppm, Mn: 0.5ppm, Zn: 0.1ppm, Cu: 0.01ppm, Mo: 0.01ppm。儲液桶容量爲 30 公升，並予標訂液位，每週補充蒸騰消失之水分，測定 EC 及 pH 值，當 EC 值低於 0.8 mmhos/

* 台灣糖業研究所研究員



圖一 蝴蝶蘭養液栽培系統示意圖

Fig. 1. Diagram of nutriculture system for growing of *Phalaenopsis*.

cm 時，添加母液調節至 1.2, pH 值則控制在 5.5 至 7.0 之間，養液每月換新一次。塑膠管植床係用一般之塑膠管做成，長 4 公尺，徑 100mm，厚 3mm，每隔 20 公分以鑽孔器鑽一孔徑 25mm 之洞穴，做爲植穴，每一孔穴種植一株蝴蝶蘭種苗，每支塑膠管可種植 20 株。塑膠管內裝填不同介質，計有蛇木屑、發泡鍊石、眞珠石、石礫及不放介質等 5 種處理。

蝴蝶蘭種苗計有三種交配組合，其中白花紅心 Dtps. (*Phal.* Lucky Lady x Odoriko) 有大、小 2 批種苗，大苗種植時已抽花梗並帶有花苞，苗齡 12 個月，雙葉展幅 18-20 公分，小苗苗齡 9 個月，雙葉展幅 12-15 公分。另有紅花*Phal.* (Arai x Zauberrot) 亦爲小苗，苗齡 8 個月，雙葉展幅 12-15 公分，而白花組合 *Phal.* (Mount Kaala x Winter Maiden) 種苗略小，苗齡 6 個月，雙葉展幅爲 10 公分左右。種苗先放入栽培網室內經過一週之馴化才行定植。種植時將植株自原來之塑膠缽取出，洗去原有介質，剪除枯爛之根，經過 1000 倍 50% 億力 (Benlate) 溶液浸漬 15 分鐘後取出定植於塑膠管植床。定植時將根置入植孔中並以竹筷撥開介質，使根系伸展後再將介質撥回覆蓋根部，無介質之處理則僅將植株根部放入植孔中即屬定植完成。試驗在網室舉行，網室爲鐵架結構，四周圍以 32 目尼龍網用塑膠管夾固定於亞鉛管橫樑上，屋頂覆蓋塑膠布以防雨，並以 80% 百吉網遮陰。室內溫度夏季最高達 35°C，冬季溫度最低爲 11°C。76 年 7、8、9、10 各月瀕有颱風，尤其 7 月分之賽珞瑪颱風，掀去側網並吹破屋頂塑膠布，植株生長頗受影響。發現軟腐病 (Erwinia chrysanthemi) 時以 1.5% 漂白粉溶液控制。

本試驗採裂區設計，以植材計有五種處理爲主區，以不同苗齡種苗計 4 處理爲副區，即每種植材種植各批次種苗各五株，重覆 2 次。於民國 76 年 3 月間種植完成。其中白花紅心大苗仍帶花梗種植，植後任其綻放，至 4 月底剪去花梗。開花調查則自 10 月份花梗出現後開始，每週逐株調查花梗抽出數，並測量花梗長及開花數，直至翌年 4 月中旬爲止。開花性狀調查包括開花率，每株花梗數，花梗長，每梗開花數及花徑大小等，均經變方析以比較各處理之效應。

塑膠管床原以鑽孔爲植穴，種植時操作不很方便，而且後生之上位根不容易進入管床內，後經改用以開條孔植穴之塑膠管床，在本所之荷蘭溫室進行品種適應性比較試驗，並以盆栽作對照，調查生長及開花情形。參試品種爲 TS54 (Phal. amabilis x Phal. Moumt Kaala), TS55[Dtps.

Hama Lip x Phal. (Luly Lady x Pinlong Cardinal)], 及白花 (Phal. Terri Cook x Phal. Winter Maiden)。

試驗結果

圖二顯示以塑膠管床進行蝴蝶蘭養液栽培，植株可正常生長並開花。據觀察，植後一個月內舊根尖已繼續伸長，而且已有部份新根長出（圖三），其後生之上位根則有部分沿塑膠管外壁爬附，因此得以固定植株而免於歪倒（圖四）。種植初期部份植株因退盆洗根時根部受傷，而於定植後有發生根部腐爛現象，惟蝴蝶蘭生根力極強，且伸長快速，很快即可執行其吸收功能，植株恢復生機極爲迅速。在高溫期亦曾有軟腐病發生，經以 1.5% 漂白粉溶液噴施其感染部份，可有效抑制病斑繼續蔓延，並以該液進行循環系流之消毒，效果良好。有關各處理對植株開花性狀之調查資料經予統計分析並分述如下：



圖二 塑膠管床養液栽培蝴蝶蘭開花情形



圖三 植後一個月根部生長情形



圖四 新生根附着塑膠管外壁植株固定良好

㈠栽培介質對養液栽培蝴蝶蘭開花性狀之影響

蝴蝶蘭開花性狀調查項目包括開花率，每株花梗數，花梗長度，每梗開花數及花朵直徑等，表一所列結果顯示，不同介質間對於開花率，花梗長度，花朵數，花徑等並無顯著之影響，但對於每株花梗數則有顯著之差異，其中以無介質及石礫二種處理之花梗數較多，均爲 1.1 支，其次爲蛇木屑，再次爲發泡鍊石，而以眞珠石最少，後兩者與前三者比較，差異極爲顯著。

㈡養液栽培對不同苗齡蝴蝶蘭開花性狀之影響

表二爲不同品種及株齡種苗經養液栽培後之開花情形比較：

1. 開花率

二年生之白花紅心大苗開花率達98%顯著優於一年生之白花紅心小苗，白花及紅花。而一年生白花紅心小苗之開花率仍可達84%，亦顯著優於白花及紅花。白花及紅花二者開花率均未達50%，兩者差異不顯著。

2. 花梗數

二年生白花紅心之花梗數最多，平均每株達1.5支，一年生白花紅心次之，平均每株爲1.2支，二者差異未達1%顯著水準。而一年生之白花及紅花每株各僅得0.5支，較前二者之差異達1%顯著水準。

3. 花梗長度

二年生白花紅心之花梗最長，平均達67公分左右，極顯著優於其他三品種一年生植株，而白花之花梗長度居其次，平均56公分，一年生白花紅心再次之，平均爲52公分左右，其最短者爲紅花之43公分。

4. 每梗花朵數

二年生白花紅心平均每支花梗着花9.7朵，極顯著優於其他三批一年生植株，而其中之白花紅心平均每支尙着花7.6朵，顯較白花5.6朵及紅花5.0朵爲多。

5. 花徑大小

花徑以白花之10.0公分爲最大，二年生白花紅心9.3公分居次，而一年生白花紅心平均花徑爲8.9公分，紅花花徑則僅8.1公分。

表一　不同栽培介質對養液栽培蝴蝶蘭開花之影響

介質種類	開花率（%）	花梗數（支／株）	花梗長（公分）	花朵數（朵／梗）	花　徑（公分）
蛇木屑	72.5a*	1.0 b	54.4 a	7.5 a	9.2 a
發泡鍊石	60.0a	0.7 a	56.9 a	6.6 a	8.9 a
眞珠石	52.5a	0.6 a	56.1 a	6.2 a	9.0 a
石礫	70.0a	1.1 b	55.0 a	7.7 a	9.1 a
無介質	75.0a	1.1 b	54.9 a	7.1 a	9.1 a

* 同一欄平均值具相同英文字母者，差異未達 1% 顯著水準。

表二 養液栽培對不同品種蝴蝶蘭開花之影響

品 種	開花率（%）	花梗數（支／株）	花梗長（公分）	花朵數（朵／梗）	花 徑（公分）
白花紅心大苗	98.0 c	1.5 b	66.7 c	9.7 c	9.3 bc
白花紅心小苗	84.0 b	1.2 b	51.6 b	7.6 b	8.9 b
紅 花	46.0 a	0.5 a	43.3 a	5.0 a	8.1 a
白 花	36.0 a	0.5 a	56.3 b	5.6 a	10.0 c

* 同一欄平均值具相同英文字母者，差異未達 1% 顯著水準。

由表三結果顯示，不同栽培方式間對生存葉數、葉長、葉寬、新葉出生、乃至花梗長度及每梗花朵數，均有極顯著之差異存在，而均以養液栽培較盆植者爲佳。至於每株花梗數及花徑大小，則差異不顯著。品種間則以葉長、葉寬、每株花梗數，每梗花朵數及花徑大小等呈 1% 差異顯著水準。其中 TS54 品系葉片短而寬，TS55 品系葉片長而狹，白花品系則居其中，三品系植株形態顯著不同。品種間開花性狀亦有顯著差異；TS54 每株花梗數顯著多於其他二品系。花梗長度在品種之間差異達 5% 顯著水準，其中白花品系較短。每梗花朵數仍以白花品系最少，與其他二品系相較達 1% 差異顯著水準。至於花徑大小，品種間差異達 1% 顯著水準，其中以白花極顯著較大於其他二品種。栽培方式與品系之交感效應，僅每株花梗數及花徑數及花徑大小二項達到 5% 顯著水準。此顯示品種間可因栽培方式不同而有不同之反應。

表三 荷蘭溫室蝴蝶蘭養液栽培試驗之生育情形

栽培方式	品 系	生存葉數（片／株）	葉長（公分）	葉寬（公分）	新葉出生數（片／月）	花梗數（支／株）	花梗長度（公分）	花朵數（只／支）	花徑（公分）
養	TS 54	4.9	13.6	7.2	0.32	1.5	58.3	6.6	9.4
	TS 55	4.7	17.7	5.5	0.36	0.9	56.8	6.6	9.5
液	白 花	4.4	15.3	6.0	0.40	0.9	54.3	5.3	9.8
盆	TS 54	4.0	11.7	6.5	0.12	1.4	46.2	4.5	9.7
	TS 55	3.8	15.2	5.3	0.12	1.0	42.3	4.5	9.4
植	白 花	3.8	12.3	5.1	0.12	1.0	39.5	3.5	10.5
差異顯著性	栽培方式	**	**	**	**	N.S.	**	**	N.S.
	品 系	N.S.	**	**	N.S.	**	*	**	**
	交感效應	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	*	N.S.	N.S.	*

*＝5%， **＝1%， N.S.＝差異未達 5% 顯著水準。

二、觀賞植物養液栽培試驗

本試驗主要爲探討不同觀賞植物對養液栽培之適應性及自動化循環系統之功能。供試作物爲黃金扁柏，羅漢松，袖珍椰子，金門榕，馬拉巴栗等。以保麗龍魚箱，52×31×18cm 及 52×31×23cm 兩種規格作爲種植槽，槽內填放眞珠石，發泡鍊石，石礫及不填放任何介質爲處理，每箱種植四株，每一種作物分別種植在不同處理之種植槽中，由同一儲液槽供應養液。儲液槽爲容量 130 公升之普力桶，內裝 100 公升之養液並置一沉水式抽水機。由定時器控制，定時供輸養液至種植槽中，並由水位控制器控制水位，當液位達到設定高度時即自動切斷電源，停止供液，此時植槽內之養液即自動回流至儲液槽而完成循環。由於每循環一次即完成一次給液及根域內之氣體交換，故以本系統進行養液栽培無需裝設養液空氣混入器。養液之組成爲 N: 176ppm, P: 78 ppm, K: 195ppm, Ca: 100ppm, Mg: 40ppm, Fe: 3ppm, Mn: 0.5ppm, B: 0.5ppm, Zn: 0.1ppm, Cu: 0.02ppm, Mo: 0.01ppm。養液每二小時循環一次。另設一組打氣法傳統水耕作爲對照。每月調查生長量。76 年 4 月開始試驗，77 年 10 月結束養液栽培並移植於有土及無土介質，進行一般盆植栽培，以探討各種觀賞植物於養液栽培後進行一般栽培之適應性。

試驗結果

表四顯示，參試之各種作物之生長量以種植於大盆者較小盆者爲佳。而傳統水耕之生長量較諸其他各處理爲差，無介質之處理亦普遍較其他處理爲低，黃金扁柏之差異較少，羅漢松，袖珍椰子，金門榕，馬拉巴栗等差異較大。以作物別而言，黃金扁柏以石礫及發泡鍊石爲介質較佳，眞珠石及無介質次之，傳統水耕最差。羅漢松以眞珠石最佳，石礫及發泡鍊石次之，無介質及傳統水耕最差。袖珍椰子則在發泡鍊石生長最快，石礫及眞珠石次之，無介質及傳統水耕最差。金門榕則在眞珠石及發泡鍊石生長最快，石礫次之，無介質及傳統水耕略差。馬拉巴栗以發泡鍊石之介質生育較佳，眞珠石及石礫次之，無介質再次之，而以傳統水耕最差。

表四　觀賞植物養液栽培生長量調查　（公分／株）

處理	黃金扁柏	羅漢松	袖珍椰子	金門榕	馬拉巴栗
大盆	35.6	57.6	6.4 *	113.2	95.9
小盆	31.5	31.5	5.4	96.9	46.2
眞珠石	30.6	65.3	6.3	113.6	85.8
發泡鍊石	40.6	47.9	6.6	112.9	106.1
石礫	41.5	49.3	6.4	108.8	64.9
無介質	31.3	13.7	4.5	85.1	27.4
傳統水耕	13.7	10.4	4.4	60.0	11.9

* 單位爲葉數／株

由表五可知除金門榕及黃金扁柏之成活率偏底，分別爲 69 及 76% 外，其他三種作物之成活率均達到 97% 以上，尤其袖珍椰子之成活率達到 100%。至於使用有土介質或無土介質對於五種觀賞植物成活率之高低並無顯著影響。而且以一般盆栽方式栽培均可正常生長（如圖五）。金門榕及黃金扁柏成活率偏低之原因，可能與移植時剪根較多有關，該兩種作物根系較大，定植時必須加以修剪始能植入植缽中，可能因切口感染病原菌而降低成活率。

表五 養液栽培觀賞植物移植於介質盆栽成活率調查

植物種類	介質	種植株數	成活株數	成活率（%）
黃金扁柏	有土介質	9	7	77.8
	無土介質	34	26	76.5
羅漢松	有土介質	11	10	90.9
	無土介質	36	36	100.0
袖珍椰子	有土介質	11	11	100.0
	無土介質	31	31	100.0
金門榕	有土介質	10	7	70.0
	無土介質	32	22	68.8
馬拉巴栗	有土介質	10	10	100.0
	無土介質	29	28	96.6

三、簡易栽培箱之開發

近年來由於本省經濟快速發展，導致社會型態及城鄉人口結構發生急遽變化，因爲都市人口快速增長，以致都市居民之居住活動空間日益狹窄，加以經濟活動頻繁，生活步調緊張而單調，日常生活極需綠色植物加以調和。因此政府幾年來極力推展環境綠化運動，鼓勵人民多多種植蔬菜、花卉及觀賞植物等來美化居住環境，以達到休閒及調和身心之目的。本所乃於民國七十九年初開始着手進行簡易栽培箱之研製。研究目標爲開發一種輕便、栽培管理簡單、適合於一般家庭在陽台或屋頂栽培蔬菜、花卉，具有教育、休閒及實用性之栽培箱。經過一年的試驗研究，終於完成開發工作，並已製造成商品（圖六）。經試驗種植蔬菜及花卉，成果相當良好（圖七、八、九）。

㈠蔬菜作物試種結果

表六爲應用台糖簡易栽培箱種植各種蔬菜之收穫結果。其中以皺葉白菜、青梗白菜、小白菜、蘿菜、油菜及珠蔥之收量較高，平均每箱每次可收穫一公斤以上，茼蒿之收量最低，每箱每次收穫半公斤左右。其他蔬菜種類之收量則在 600 至 900 公克之間，如此的收量可足夠一般小家庭一餐食用。



圖五　觀賞植物於養液栽培後進行一般盆植栽培可正常生長



圖六　台糖簡易栽培箱商品



圖七　室外栽培蔬菜加套防蟲網



圖九　台糖簡易栽培箱栽培三色堇



圖八　台糖簡易栽培箱栽培茼蒿

表六 簡易栽培箱試種蔬菜收穫實績

蔬菜種類	收獲箱次（次）	平均產量（公克／箱）
皺葉白菜	27	1,245
青江白菜	8	1,125
小白菜	2	1,100
黑葉芥藍	28	652
皺葉萵苣	18	733
本地萵苣	7	671
茼蒿	21	489
蕹菜	2	1,150
芹菜	2	880
油菜	2	1,100
大蒜	1	800
茴香	1	650
珠蔥	1	1,200

㈡花卉作物試種結果

表七爲簡易栽培箱種植各種花卉之生育記錄。大多數花卉都可正常生長並開花，其中孔雀草、紫芳草、非洲鳳仙及波斯菊等根系極爲旺盛，莖葉亦極爲繁茂，極適合以簡易栽培箱來栽培。三色菫、矮牽牛、星花福祿考、石竹及金魚草等花朵美麗，花期長，亦可適應栽培。至於紫羅蘭在本次試驗之表現似乎適應並不很好。

表七 簡易栽培箱試種花卉生育情形

花卉種類	生育情形
孔雀草	生勢旺盛，花朵艷麗，花期長，根群旺。
三色菫	生育情形良好，花朵艷麗，根系較弱。
紫芳草	生勢旺盛，花朵艷麗，花期長，根群旺，莖脆易折。
矮牽牛	生勢旺盛，花朵艷麗，花期長，根群略弱。
星花福祿考	生育情形佳，花朵艷麗，花期長，根系生長良好。
石竹	生育情形良好，花朵艷麗，花期長，根系略弱。
波斯菊	生勢佳，花朵易凋謝，開花期長，根系旺。
紫羅蘭	生勢弱，不易開花，根系弱。
非洲鳳仙	生勢弱，花朵艷麗，花期長，根群旺。
金魚草	生勢較弱，花朵艷麗，花期長，根系較弱。

討論與結論

蝴蝶蘭係氣生根植物，本試驗以給液換氣法塑膠管床養液栽培系統栽培，初步結果顯示，植株可正常生長及開花，其二年生之植株開花率可達 98%，平均花梗長度達 67 公分，每支花梗着花數可達 9.7 朵，已符合外銷日本之規格，而一年生植株開花品質則尚未達此標準。本試驗之無介質處理，無論植株之生長勢或開花品質均不比其他處理差，故實用上可不用任何介質，然而爲能保持植床管內之濕度，建議在管底鋪一層石礫，其價格既便宜又可以減少灌溉次數而節省能源。筆者在本試驗發現 1.5% 漂白粉溶液具有控制軟腐病之效果，後經台灣糖業研究所位等 (1989)進行藥劑篩選試驗證實，漂白粉溶液具有抑制菌落生長之作用。本養液栽培系統應用在以切花爲目的之蝴蝶蘭栽培，將可免除換盆工作而節省大量人工及資材，並可避免自株頂澆水及施肥而影響切花品質，亦可應用於蝴蝶蘭生長與發育生理之研究，宜進一步研究改進養液栽培系統之結構及栽培方法，俾能擴展其用途。

觀賞植物以養液栽培方式種植，具有生長快速，管理容易並可避免土壤病原菌之感染，其移植於一般介質繼續栽培，成活率又相當高，故苗木外銷如果受到檢疫問題之限制，應可以養液栽培方式培育予以因應。

台糖簡易栽培箱主要之特點在於其結構簡單，極爲輕便，栽培管理容易，具備防蟲罩，可生產無農藥蔬菜及花卉，養液溫度穩定，可供週年作露天栽培，不需電源，亦無需加蓋防雨設施，頗適合於一般家庭栽培，目前正推廣試銷中。

參考文獻

1. 李　咔、林菁敏　1984. 溫度對白花蝴蝶蘭生長與開花之影響　中國園藝　304: 223-231。
2. 李　咔　1988. 蝴蝶蘭之生長與開花習性　蘭花生產改進研討會專集　p. 21-23。
3. 沈再發　1987. 台灣之養液栽培問題及展望　台灣農業　23 (1): 47-55。
4. 阮育雄　1988. 蘭花水耕滴灌栽培方法　蘭花生產改進研討會專集　p. 7-20。
5. 位國慶、楊秀蘭、潘榮松　1989. 蝴蝶蘭病蟲害之研究　台灣糖業研究所　77/78 年期研究試驗報告　p. 203。
6. 林菁敏　1983. 溫度、無機養分與栽培介質對蝴蝶蘭生長與開花之影響　台大園藝所碩士論文。
7. 洪星輝　1988. 台灣蝴蝶蘭溫室設施概論　蘭花生產改進研討會專集　p. 122-144。
8. 黃敏展　1987. 日本花卉市場之近況　花卉生產改進研討會專集　p. 10-17。
9. 高德錚　1987. 動態浮根式水耕栽培技術　台灣農業　23 (1): 85-94。
10. 陳榮濱、楊柏椿、黃東瑞、潘清樂、穆欽國、趙純明　1990 蝴蝶蘭養液栽培之初步報告　台灣糖業研究所研究彙報　127: 27-35。
11. 陳榮濱、黃東瑞、潘清樂、趙純明　觀賞植物無土栽培之研究　台灣糖業研究所　77/78 年期研究試驗報告　p. 210-213。
12. 陳榮濱、黃東瑞、潘清樂、趙純明　觀賞植物無土栽培之研究　台灣糖業研究所　78/79 年期研究試驗報告　p. 208-211。
13. 廖本裕　1986. 無土草花栽培　亞洲出版社。
14. Batchelor, S. R. 1981. Orchid culture-fertilizer. Amer. Orchid Soc. Bull. 50: 1207-1212.
15. Penningsfeld, F. 1985. Soilless propagation and cultivation of orchids. possibilities, advantages and disadvantages. ISSOC Soilless Culture 1 (1): 55-66.