觀賞植物組織培養種苗生產之展望

何 偉 真[1]

摘 要

觀賞植物中許多是依賴營養體來繁衍後代，以保持親本的園藝性狀。經由營養體繁殖最大的缺點是系統性病害代代相傳的困擾，影響子代品質和產量的表現。除此之外，國際間種苗的貿易，也常多病害檢疫的限制。近年來利用組織培養技術進行觀賞植物的營養繁殖已是國際趨勢。因爲，它是快速無性增殖及培育健康無病種苗的最佳利器。而且第一代瓶苗常伴隨分枝性強的特徵，極適合盆栽植物要求緊密矮化的效果。

本省組織培養技術的應用以往大多侷限於蘭花產業。近年來觀賞植物的生產也日漸採用。此或許也意味著本省觀賞植物種苗生產及產業發展脚步之加速。

前 言

植物組織培養技術利用於種苗之大量生產，早已爲許多苗圃業者所採用。全世界有超過 200 家公司在從事瓶苗生產工作，其中有半數着重於蘭花的繁殖，其餘的以繁殖觀葉及切花作物爲主[6]。果樹、蔬菜及木本觀賞植物只佔少數。由此看來，到目前爲止，植物組織培養技術的應用仍以觀賞植物爲大宗，包括了盆花、切花、觀葉植物及木本觀賞植物等。至於日後的發展，預測還是看好園藝作物；而可供欣賞的植物種類將不減其重要性。本文擬將近年來組織培養技術在觀賞植物種苗繁殖的應用，作一綜合性回顧，以一窺其重要性及未來的展望。

組織培養技術之優點及限制

談到組織培養技術在種苗生產上的應用之前，首先必須了解此項技術的種種優點及其不足或受限的地方，才能作爲應用時的取捨。自從 1960 年以來，組織培養技術進步快速，今日已然是很多作物無性繁殖的最主要工具。因爲它具有下列優點[1,6,10]；

一、爲大量無性繁殖的利器

有些作物不易用傳統方法繁殖，例如不產生走莖（runnerless）的草莓品種，利用組織培養技術可輕易達到大量繁殖營養系的目的。此外，蘭花、鳳梨、火鶴（圖 1）、非洲菊、蕨類及觀葉植物等，其組織培養法均爲最快速有效的無性繁殖法。

二、加速新品種的推廣

新品種在推廣之初都需要大量的種苗，以達到全面推廣的目的。組織培養方法常常是其最有利的選擇。例如非洲菊、唐菖蒲之新品種的推廣，每單位面積所需要的種苗數目很多，有效的組織培養技術，才能很快地滿足種苗的需求。

1. 農林廳種苗改良繁殖場副研究員兼技術課課長。

三、生產健康種苗

很多作物使用傳統方法進行無性繁殖時，雖然快速而簡便，但系統性病害却是其最大的憂慮時，組織培養方法即成爲其最終選擇。例如滿天星（圖2）、康乃馨、唐菖蒲等作物，爲了克服病害所引起的減產和品質劣變，非用組織培養技術生產健康苗不可。

四、增加植株之分株性

有些觀賞植物，需充分的側枝，才能形成好的株型，提高商品價值。天南星科植物，如萬年青、合果芋（syngonium）（圖3）、白鶴芋、電信蘭等盆栽觀葉植物，其組織培養苗之多分枝的特性，爲業者所渴求。

五、減少國際間檢疫的障礙

組織培養苗爲無菌培養的產品，除了毒素病、菌質、類病毒等問題外，極少有昆蟲，眞菌、細菌和線蟲的病害，在植物檢疫上省去了許多麻煩，有助於國際間種苗的銷售。

六、種苗生產不受季節的限制

組織培養作業係在室內或溫室中進行，可減少季節的影響及天然災害的發生。因此，得以不分季節全年從事種苗生產工作。

除了以上與種苗繁殖有關的優點外，組織培養技術還可協助品種改良工作，加速新品種的選育及作爲種源保存之用[1]。

但此項技術的應用也有下列幾點限制，需要我們去了解及應變之。

1. 預約生產

組織培養苗保存期不長，每批苗必須按時移出室外種植。對於在特定時間內所需之種苗宜預約生產，尤其當作物集中在某一時間大量育苗栽培時，更是必須事先安排，才能適時供應。

2. 控制突變

瓶苗的繁殖過程中，由於使用許多生長調節劑，因此突變個體的增加，已在意料之中。如何避免將突變個體繼續增殖，得到不符合所需的種苗，最值得關切。將每批瓶苗編號，於生產流程中詳細的觀察試管內植物生長的情形，並將每批苗移植少數幾株，種到溫室中調查，一一記錄變異情形，才能免除突變的困擾。此外，培養基的選擇，作物種類的差異，都會影響突變率，唯有小心記載和分析小苗生長情形，才能使品種劣變減到最低點。至於優良的突變個體，也能因而被發掘和利用。

3. 降低成本

組織培養苗的生產，需依賴大量人力進行無菌操作工作。此部份目前尙缺乏有效的機器可供利用。因此瓶苗的價格偏高，價廉的作物種類，尙很難採用。簡化生產流程，儘量提高自動化程度，並減少雜菌感染率，爲降低成本，使瓶苗被普遍採用的可行方法之一。

4. 去除病毒

組織培養技術雖可以去掉細菌和眞菌類的病原菌，但對於毒素病類，包括類病毒（Viroid）和菌質（mycoplasma）、却無法保證剔除之。尤其一般業者缺乏檢查技術，根本難以控制病毒的傳播。此外，很多植物的毒素病，其病原尙未確定，難以偵測，更增加了瓶苗傳播病毒的機會。此問題目前正逐漸引起廣泛的重視。商業生產瓶苗時，應儘量切取較小的生長點，並利用熱處理，或抗病毒藥劑（antiviral chemicals），以降低病毒的存活率。最好能有病毒專家詳加檢查和控制，才能避免病毒藉著瓶苗的流通而散佈開來。

5. 瓶苗的移植

瓶苗必須要移植到試管外成活，種苗繁殖的目的才算達成。但往往有些瓶苗移植後却整批死亡。其問題可能出自瓶苗本身，或出自移植後的環境和健化技術等。此項損失常成爲買方和賣方間爭論的

焦點。如果以出售甫由試管中取出之有根瓶苗爲主時，瓶苗最好能在試管內先經適當的健化處理，以提高瓶苗的成活率，降低買主的風險。

觀賞植物的組織培養

觀賞植物種類繁多，歸納起來可分爲蘭科植物、觀葉植物、蕨類、草本花卉、球根花卉及木本植物等。以下將分門別類討論之。

一、蘭科植物

談到蘭科植物的試管內無性繁殖，不能不追溯到 1960 年 Morel 氏[16] 爲了去除毒素病而培養虎頭蘭（cymbidium）和嘉德利亞蘭的幼芽生長點時，無意中發現了組織培養用於營養繁殖的驚人潛力[17]。從此微體繁殖技術一日千里，終於引起了革命性的震撼。蘭科植物爲最先採用此法，也是受益最多者。其中，虎頭蘭（圖 4）和嘉德利亞蘭應用最廣，也最成功。此外，蝴蝶蘭、石斛蘭、萬代蘭，和許多其他蘭類也相繼開發出微體快速繁殖的技術。Arditti 曾作過綜合性的整理，詳述各種蘭類所用之培植體、培養基、和培養環境等條件[2,3]。

蘭的種子播種除了具有繁殖的意義外，還具有育種之更深的意義。蘭花的種子不具胚乳或子葉，胚本身爲僅具少數細胞，分化極少的球狀物[2]。在自然狀況下，必須藉助於蘭菌，才能發芽，但通常其發芽率偏低。自從 1902 年 Knudson 氏發表了蘭花種子的無菌播種法後，此後 60 年，蘭花繁殖（圖 5）幾乎全靠此[2]。而蘭的育種工作也因而蓬勃發展，許多優良品種育成之後，到了近 30 年來，無不紛紛利用組織培養技術繁殖大量營養系，此對切花品種的選育影響尤其深遠。

蘭科植物的營養繁殖大半以幼芽生長點，花梗上的芽或嫩葉作爲培植體，當 Auxin/cytokinin 比值高時，偏向芽球體的增殖，比值低時則傾向於幼芽的分化和生長[3]。因爲許多蘭科植物缺少 nitrate reductase，因此培養基中氮素以 NH_4^+ 比 NO_3^- 高者生長較好[9]。

目前以繁殖蘭花爲主的組織培養公司數目最多，可知蘭花的組織培養繁殖已大量商業化。

二、觀葉植物

室內觀葉植物的盎然綠意，耐陰及栽培容易的特性深受消費者喜愛，其中以天南星科植物爲代表，包括 Dieffenbachia, Syngonium, Philodendron, Spathiphyllum, Anthrium 等。1970 年代，室內植物在美國的生產總值由 2,800 萬美元跳升到 3 億美元。組織培養公司也紛紛加入其種苗生產的行列，估計每年具有供應一億株苗的能力[10]。但這只佔市場潛力的十分之一。最主要的是很多栽培業者尚不覺得需要利用組織培養苗。室內植物都爲盆栽生產，組織培養苗的幼年性及分枝性，最適合生產盆栽植物。一株株苗定植後，即能得到相當良好而緊密的株型[1]。美國的佛羅里達州和加州，英國、荷蘭、比利時、以色列等國目前已有許多專門從事觀葉類植物的組織培養公司。此乃種植試管苗的好處已漸漸被業者瞭解與接受之故。因此，目前組織培養技術已非常普遍地應用於觀葉植物[10]，未來的發展則更具遠景。

三、蕨類

蕨類植物的組織培養始於鐵線蕨(*Adiatum*)[23] 的莖頂繁殖。而波斯頓蕨(*Nephrolepsis exaltata bostoniensis*) 則是第一個利用走莖尖端組織培養，行商業化大量繁殖的蕨類[10]。有些蕨類還可利用幼葉行組織培養繁殖[12]（圖 6）。尤其是將幼葉打碎後培養，幼苗的增殖速度快，操作簡便，成本也大爲降低。此在 Platycerium 及 Davallia 蕨已可實用[8]。目前除了波斯頓蕨外，鹿角蕨[11]、腎蕨、山蘇花等，也都可大量繁殖。

除此之外，蕨類的孢子也能利用無菌培養方式使之發芽，對發芽率差或孢子量少的蕨類可以應用之。但培養時要經過配子體的授精後，才能發育爲孢子體。而配子體常用液體震盪，以增加授精的機

會。

四、草本花卉

草本花卉包括一年生、二年生及多年生的觀花植物。經組織培養繁殖試驗的約有 36 科 72 屬之多[19]。除了蘭科、球根類及木本植物另外討論外，還包括菊科、茄科、天南星科、石竹科、景天科、毛茛科等等多項重要的經濟植物。

此類花卉大多以莖頂生長點爲主要培植體，此外花芽如非洲菊；幼葉及葉柄如火鶴花（圖 7）、海棠、非洲堇（圖 8）、大岩桐等也是很好的培養材料。草本植物的組織培養一般說來較爲容易，但大量培養時，水浸狀情形很可能發生。如康乃馨、滿天星等。馴化及移植工作對某些葉片細薄者也可能爲一大困難。移植前先在試管內進行馴化處理，移植後在適當光線和溫度下加強霧狀保濕，或用塑膠布覆蓋（圖 9）往往可得到令人相當滿意的移植成活率。

草本花卉利用組織培養技術大量繁殖的仍屬有限；如火鶴、非洲菊、觀賞鳳梨等（圖10）。很多是以生產無病母株供作種苗繁殖爲主；例如菊花、康乃馨、滿天星等。這些作物大多是因爲用傳統方法很容易大量繁殖營養系，惟系統性病害是其最大的難題之故。

五、球根花卉

球根花卉大部份是自然無性繁殖倍率偏低的作物；此對於新品種的推廣極爲不利。是故，球根植物組織培養的研究多以針對加速繁殖而來[22]，對象集中於百合、鬱金香、風信子、鳶尾等。其培植體則常取自鱗片或莖，如百合科、鳶尾科或石蒜科等是切取近基盤（basal plate）的鱗片[20]，或以未伸長之嫩的短縮莖切片[4,5,7,13]，或者切取部份基盤供作培植體。植株通常是由於培植體上少數細胞分化形成不定芽而得[22]。培植體的大小，取得或培養的位置，培養溫度以及母球的前處理等因素，都會影響不定芽的再生。例如鬱金香的母球以 30°C 前處理，會有助於試管內植株的再生率[22]。

球根類植物組織培養最終目的經常是希望獲得許多肥大的小球作爲繁殖體（圖 11）。培養的小苗也經常在培養一段時間後，基部自動膨大爲球型，並伴隨著休眠狀態的加深，一如在自然狀況下培養一般。通常葉子數目多，較高的溫度、黑暗、高糖濃度、及低濃度的 Auxin 有利於結球。反之，光照、cytokinin、低糖、低溫會有助於葉和植株的生長，抑制結球的發生。鬱金香和鳶尾的試管苗生長較弱，且很快地停止生長，其結球所需的條件則不同；低溫、GA 前處理及 ABA 等，具有促進結球的效果[22]。

試管培養所得的小球，甚或小苗都可能呈現或多或少的休眠。因此，定植前可能需低溫冷藏如水仙[14]、唐菖蒲或高溫處理如鳶尾和鐵砲百合以打破休眠[21]。鐵砲百合在培養結束前用紅光每日處理16小時，二星期後亦可打破休眠[21]。

由於球根植物的自然無性繁殖不易，組織培養的用意常傾向於新品種的增殖，且病害的控制也爲重大的目標之一，例如唐菖蒲的毒素病（圖 12）。

六、木本植物

木本觀賞植物中有喬木、灌木及針葉樹類，其試管內繁殖較難，因此商業化的瓶苗生產也少。此或許是因過去所做的研究不多所致。目前由於對果樹的研究增加，木本植物的培養技術也有不少進展。

木本植物培養上的困難出現於二個階段。第一是無菌培養的建立極爲不易，幼芽培植體內通常早已被微生物汚染[15]。第二是培植體在試管內不生長。此現象與母株的幼年期性習習相關。如何由表現優良的成株上獲得幼年性強的培植體是一大問題。強剪或返覆嫁接到年幼的樹上能使新枝回復到年輕狀態，但有時仍無法引發培植體在試管內的快速生長。而且，母株的季節性反應常顯著地影響培養的成功性[15]。終年新梢生長不斷的植物種類較容易培養。此外，培植體基部若伴隨癒合組織的生長

時，尤其是 cytokinins 濃度高時更然，極不利側芽的增殖。只有先用低濃度 cytokinin 的培養基，阻止癒合組織發生，才能再進一步誘導叢生芽的增殖。

現在商業化瓶苗繁殖已成功地應用於杜鵑、玫瑰、白楊及許多小果類果樹。由於瓶苗所具備的幼年性使幼苗生長不斷，深受園藝業者喜愛，隨著研究成果的進展，木本植物應用組織培養技術繁殖，仍是可期待之事。

結論與展望

愈來愈多的組織培養公司致力於觀賞作物種苗生產及品種改良的工作。由於組織培養技術的協助，新品種被加速推出，其種苗生產也爲公司創造利潤，使公司更有能力投入品種改良工作，二者間因而相輔相成。而且新品種大多被申請專利保護，未來組織培養公司間的競爭除了種苗生產技術外，還包括了擁有新品種的競賽。此外，瓶苗的生產中，勞力佔了 50～70% 的成本支出，降低人工使用程度，亦爲將來研究的重點。減化生產手續，擴大投資及生產規模，開發自動化機器，才能逐漸達到此目的。

另外，利用組織培養技術，生產體胚，經包被而成爲人工種子的發展，也極具潛力。此乃因爲人工種子的生產較易自動化和大規模化之故。

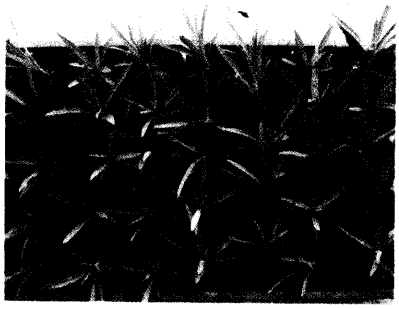
由於組織培養科學應用於種苗生產有許多優點，目前尚難被取代，因此其應用會日漸增加，稍爲基礎及中長程的研究也會倍受重視，以便開發出具有突破性的實用技術。

參考文獻

1. 何偉眞 1978 植物組織培養在種苗事業上之應用 園藝種苗產銷技術研討會專集 林俊義、陳培昌主編 pp: 28-40 種苗改良繁殖場印行 臺灣
2. Arditti, J. 1967. Factors affecting the germination of orchid seeds. Bot. Rev. 33:1-97.
3. Arditti, 1977. Clonal propagation of orchids by means of tissue culture—a manual. In: Orchid Biology: Reviews & Perspectives, Vol I, ed., J. Arditti, pp: 203-293. Cornell University Press, Ithaca, N. Y.
4. Alderson. P, G., R. D. Rice, and N. A. Wright, 1983. Towards the propagation of tulip in vitro. Acta Hort. 131:39-47.
5. Chen, S. Y. and P. E. Read. 1983. Micropropagation of leather fern. Pro. Fla. State Hort. Soc. 96:266-269.
6. Chu, I. Y. E. 1986. The application of tissue culture to plant improvement and propagation in the ornamental horticulture industry In: Tissue Culture As A Plant Production System For Horticultural Crops, eds., R. H. Zimmerman, R. J. Griesbach, F. A. Hammerschlag, and R. H. Lawson, pp:15-34. Martinus Nijhoff Publishers, Boston.
7. Chung, J. D., C. K. Chun, Y. K. Huh, and E. M. Rhee. 1981. In vitro propagation of *Hyacinthus orientalis* L. Effect of auxin on callus formation and bulblet differentiation from flower organ and flower stem tissue. Korean J. Soc. Hort. Sci. 22:146-151.
8. Cooke, R. C. 1979. Homogenization as an aid in tissue culture propagation of Platycerium and Davallia. HortScience 14:21-22.
9. Griesbach, R. J. 1986. Orchid tissue culture. In: Tissue Cultre As A Plant Production System For Horticultural Crops, eds., R. H. Zimmerman, R. J. Griesbach, F. A. Hammerschlag, and R. H. Lawson, pp:343-349. Martinus Nijhoff Publishers, Boston.



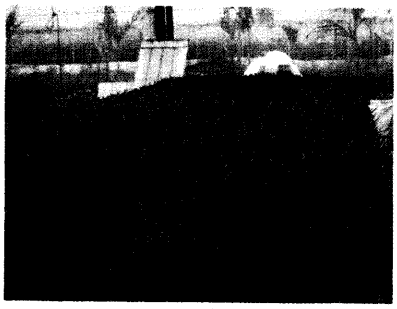
圖一



圖二



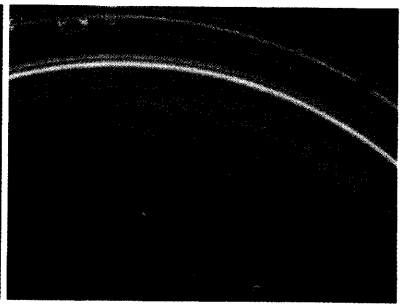
圖三



圖四



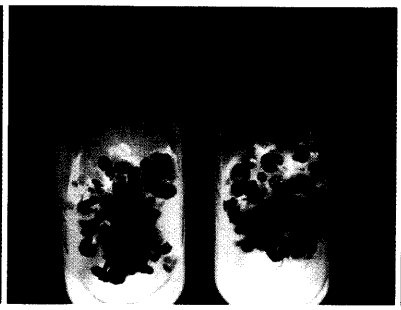
圖五



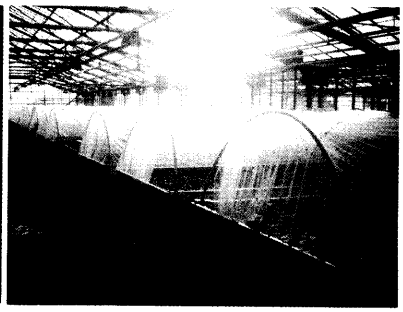
圖六



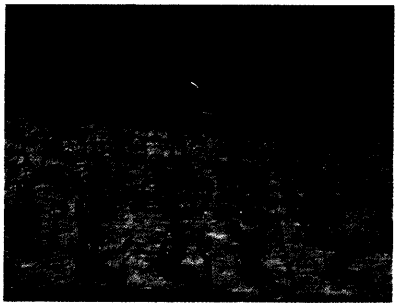
圖七



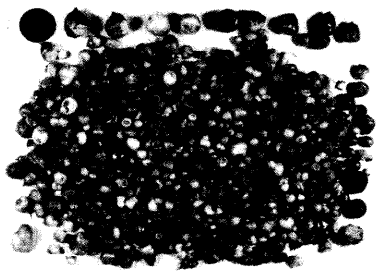
圖八



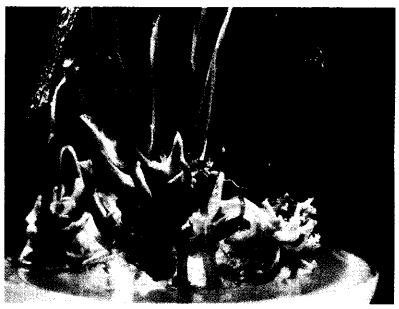
圖九



圖十



圖十一



圖十二

圖 片 說 明

圖一、火鶴花以組織培養技術繁殖而得的小苗。
Fig. 1. Plantlets of Anthrium by tissue culture technique.

圖二、滿天星莖頂無菌培養所得的健康苗。
Fig 2. Plantlets of Gypsophila by meristem culture.

圖三、合果芋以瓶苗定植於花盆中，分枝性強。
Fig. 3. Plantlets of Syngoniun by tissue culture propagation.

圖四、虎頭蘭瓶苗之商業化大量栽培。
Fig. 4. Multipropagation of Cymbidium for commercial use.

圖五、蝴蝶蘭以無菌播種繁殖小苗。
Fig. 5. Plantlets of Phalaenopsis by sterilized seeding process.

圖六、鹿角蕨葉片培養用以繁殖種苗。
Fig. 6. Plantlets propagation of platycerium by leaf sections culture.

圖七、火鶴花之葉片培養誘導植株分化。
Fig. 7. Plantlets differentiation of Anthrium by leaf sections culture.

圖八、非洲堇葉片培養獲得許多小植株。
Fig. 8. Plantlets of Saintpaulia by leaf sections culture.

圖九、非洲菊瓶苗移植於溫室中，以塑膠布覆蓋。
Fig. 9. Hardening of Gerbera planlets by vinyl tunnel protection.

圖十、觀賞鳳梨利用莖頂培養技術繁殖大量小苗。
Fig. 10. Multipropagation of ornamental pineapple by shoot-tip culture.

圖十一、唐菖蒲試管培養所得的健康小球莖。
Fig. 11. Health small corm of Gladiolus by tissue culture.

圖十二、唐菖蒲莖頂培養用以大量繁殖小苗。
Fig. 12. Multipropagation of Gladiolus by meristem culture.

10. Hartman, R. D. and F. W. Zettler. 1986. Tissue culture as a plant production system for foliage plants. In: Tissue Culture As A Plant Production System For Horticultural Crops, eds., R. H. Zimmerman, R. J. Griesbach, F. A. Hammerschlag, and R. H. Lawson, pp:293-300. Martinus Nijhoff Publishers, Boston.
11. Hennen, G. R. and T. J. Sheehen. 1978. In vitro propagation of *Platycerium stemaria* (Beauvois) Desv. HortScience 13:245.
12. Hirsch, A. M. 1975. The effect of sucrose on the differentiation of excised fern leaf tissue into either gametophytes or sporophytes. Plant Physiol. 56:390-393.
13. Hosoki, T., T. Asahira, 1980. In vitro propagation of *Narcissus*. HortScience 15:602-603.
14. Hussey. G. 1982. In vitro propagation of *Narcissus*. Ann. Bot. 49:707-719.
15. McCown, B. H. 1986. Woody ornamentals, shade trees, and conifers. In: Tissue Culture As A Plant Production System For Horticultural Crops, eds., R. H. Zimmerman, R. J. Griesbach, F. A. Hammerschlag, and R. H. Lawson, pp:333-342. Martinus Nijhoff Publishers, Boston.
16. Morel, G. M. 1960. Producing virus-free *Cymbidium*. Amer. Orchid Soc. Bull. 29:495-497.
17. Morel, G. M. 1964. Tissue culture: a new means of clonal propagation of orchids. Amer. Orchid Soc. Bull. 33:473-478.
18. Chen, S. Y. and P. E. Read. 1983. Micropropagation of leather leaf fern. Pro. Fla. State Hort. Soc. 96:266-269.
19. Stimart, D. P. 1986. Commercial micropropagation of florist flower crops, In: Tissue Culture As A Plant Production System For Horticultural Crops, eds., R.H. Zimmerman, R. J. Griesbach, F. A. Hammerschlag, and R. H. Lawson, pp:301-315. Martinus Nijhoff Publishers, Boston.
20. Stimart, D. P., and P. D. Ascher. 1978. Tissue culture of bulb-scale sections for asexual propagation of *Lilium longiflorum* Thunb. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103:182-184.
21. Stimart, D. P., P. D. Ascher, and H. F. Wilkins. 1983. Axis elongation for tissue-culture -gernerated bulblets of *Lilium longiflorum* Thunb. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108:99-101.
22. Van Aartrijk, J. and P. C. G. Van der Linde. 1986. In vitro propagation of flower crops. In: Tissue Culture As A Plant Production System For Horticultural Crops. eds., R. H. Zimmerman, R. J. Griesbach, F. A. Hammerschlag and R. H. Lawson, pp:317-331. Martinus Nijhoff Publishers, Boston.
23. Wetmore, R. H. and G. Morel. 1949. The growth and developmemt of *Adiatum pedatum* L. on nutrient agar. Amer. J. Bot. 36:805-806.

Tissue Culture as A Plant Production System for Ornamental Crops

Wai-Jane Ho[1]

ABSTRACT

Many ornamental crops are vegetatively propagated to maintain their horticultural characteristics. Diseases carried to the new gerneration by propagation are the major problems for these crops. The technology of plant tissue culture for mass propagation of many ornamental crops is well developed for industrial applications. The advantages of its application include (1) providing the most efficient clonal propagation alternative (2) production of disease-free plant (3) production of well branched plants (4) alleviation of international quarantine barriers. In the past decade, orchids remain as the most important crops for clonal propagation of elite selections. However, damand for tissue cultured products other than orchids is presently increasing in Taiwan. The result enabled commercial growers to produce a uniform high-quality crops on schedule.

1. Associate Research Fellow, Head of Research Department, Taiwan Seed Service.