

# 蘭花雜交育種障礙之探討

魏芳明

## 摘要

目前台灣蘭花新品種大部分都是以傳統雜交育種所育成，台灣蘭花類品種開發在業界已有近一世紀之歷史且累積了相當能量。但於雜交育種實務上，常有無法順利結莢之情形，雜交失敗率甚可高達70%以上。蘭花類雜交育種障礙，係因遺傳或環境影響；係屬受精前或受精後生殖障礙，目前尚乏詳盡之相關研究。然於作物遠緣雜交育種上常見的障礙大致可分為數種情況：如授粉後受精前親本間之不親和、受精後胚敗育死亡及雜種株稔性低或不稔等等。蘭科植物雜交育種障礙之研究，以花粉發育、花粉管伸長、結實等方面為多，而對蘭花雜交不親和機制及育種障礙克服之技術等面向尚少有研究。解決不親和性育種障礙，於諸多作物，如百合、薑苔屬、薔薇科之蘋果、梨，番木瓜等等，則已發展出如：染色體倍加、蕾期授粉、混合花粉授粉、切除花柱、化學藥劑處理與微電擊刺激法等雜交育種障礙之克服技術。國內蘭花育種者應用此些技術，建立蘭花雜交育種障礙克服技術。

## 前言

蘭花為國內花卉類產值最高之作物，依國內農業統計，100年栽培面積為726公頃，產值達45億8千2百餘萬元台幣。蘭花類產品，包括瓶苗及切花，100年外銷金額達到41億餘元台幣，主要外銷產品為蝴蝶蘭植株，文心蘭切花及國蘭等，其中蝴蝶蘭產品外銷金額達28億9千5百餘萬元台幣，佔總蘭花出口值之69%以上。台灣蘭花類品種選育在民間已有90年以上之歷史且累積了相當能量。但於雜交育種實務上，屬間、種間或種內雜交常有無法順利結實之情形，雜交失敗率甚有高達70%以上。

蘭花為少數可於不同屬或不同節間雜交之物種，但其於同屬內雜交則較具不親和性，如石斛蘭屬大約有1,500種，分為41個節，其於同屬或同節內之石斛蘭未必能可相互雜交。Kamemoto等於1999年指出石斛蘭屬內原種雜交可能性如次：

1. 羚羊石斛蘭節(*Spatulata*)內原種雜交可結莢者佔53.1%。
2. 蝴蝶石斛蘭節(*Phalaenanth*)內原種雜交可結莢者佔100%。
3. 而羚羊石斛蘭節與蝴蝶石斛蘭節間原種雜交可結莢率為79.1%。
4. 寬唇石斛蘭節(*Latouria*)與羚羊石斛蘭節和蝴蝶石斛蘭節之節間雜交結莢率各為28.9%和28.4%。
5. 美花石斛蘭節(*Formosae*)與羚羊石斛蘭節和蝴蝶石斛蘭節之節間雜交結莢率各為

13.0%或33.3%。

6. 石斛蘭節(*Dendrobium*)與羚羊石斛蘭節和蝴蝶石斛蘭節之節間雜交結莢率各為6.2%和9.1%。

蝴蝶蘭類(*Phalaenopsis* sp.)雜交育種亦有諸多障礙，其係緣自何種不親和性(incompatibility)機制；是遺傳性影響抑或是環境使然，係屬受精前或受精後生殖障礙，目前尚未有較詳盡之相關研究可知其全貌。

## 內容

雜交育種上常見的障礙大致可分為數種情況：如授粉後受精前親本間之雜交不親和、受精後雜種胚敗育死亡及雜種株之稔性低或不稔等等。

### 一、雜交不親和

雜交不親和係指花粉在柱頭上無法萌發或花粉雖可萌芽但花粉

管於花柱內伸長受阻未能到達子房內的胚珠。其可分為配子體不親合及孢子體不親合。

1. 配子體不親合(gametophytic incompatibility)，係由花粉阻礙自身之發育，此類花粉可於柱頭上萌發產生花粉管，但花粉管於花柱內生長至半途，因花粉管內的RNA被分解而停止生長，如石斛蘭的種間雜交不親和性。Johansen, B., 1990以61個石斛蘭原種進行了1700個授粉試驗，探討石斛蘭種間雜交親和性，其中72%可自交結實，但與其他蘭屬相較，石斛蘭顯現較高的種間雜交不親和性，其不親和系統即屬配子體型的，推測可能為花粉塊的NAA含量啟動了此不親和性。

2. 孢子體不親合(sporophytic incompatibility)，是源自雌蕊柱頭的阻礙，當花粉落於柱頭上時無法萌發產生花粉管，係因柱頭表皮細胞產生的抑制作用。柱頭屬孢子體故稱孢子體不親合。

### 二、雜種胚敗育

雜種胚敗育雜交障礙在受精後發生，常見情況有三：

1. 於雙重受精後，胚的分化受抑制，雜種胚不能正常發育；如*Onc. Haematochilum*及*Onc. Mem. Peptia de Restepo*授粉後因無法形成正常的胚囊，即使受精後，只有少數結合子可發育至原胚期。
2. 雜種胚可以分化發育，但是胚發育至特定階段便死亡或於雜交種子接近成熟時，種胚敗育死亡。
3. 雜種胚雖然發育完成，但不發芽，有些雖能發芽並發育成幼苗，但是無法存活到性成熟，易於苗期死亡不能發育至成株。

### 三、雜種稔性低或不稔

遠緣雜交種染色體在形成生殖細胞時，無法正常的配對抑或細胞核與細胞質間不協調，導致植株無法正常地行使減數分裂和形成正常的配子，造成雜種生理性雄不稔或稔性低，無法產生後代。遠緣雜種基因組分別來自異種或異屬雙親，

故多以異源二倍體(allodiploid)或異源三倍體(allotriploid)雜種呈現。

為解決不親和性育種障礙，於諸多作物，如百合、莖苔屬、薔薇科之蘋果、梨，番木瓜等等，則已發展出如：染色體倍加、蕾期授粉、混合花粉授粉、切除花柱、化學藥劑處理與微電刺激法等雜交育種障礙之克服技術。於蘭花植物常應用之雜交育種障礙克服方法有：

### 一、染色體倍加

染色體倍加為提高遠緣雜種稔性之方法。夏威夷之蘭花育種者於雜交育種過程中，發現以雙二倍體(amphidiploid)品種為花粉親時，會產生單雄發生的後代。此單雄發生之個體，類似其父本，但只有其父本之半數染色體。將此單雄發生之二倍體植株以秋水仙素倍加其染色體。可獲致相同或類似其父本之無病素雙二倍體。

種子繁殖系F1石斛蘭育種為近年來由夏威夷大學所發展之F1種子繁殖石斛蘭品種。此類品種之育種係利用雙二倍體親本雜交來生產F1種子。夏威夷大學以此育種方法釋出了15個品種以上之石斛蘭品種作為盆花生產。現已為當地生產者所廣為應用。

### 二、胚拯救技術

為就遠緣雜交育種障礙之受精後胚敗育死亡情況，適時將子房、胚珠或胚，以人為配置之培養基提供適宜養份，於無菌條件配合溫度、光照等環境條件進行離體培養，使發育為植株之技術。

國內高雄區農業改良場利用遠緣雜交與胚拯救技術已經建立一套蝴蝶蘭屬間雜交與胚拯救技術，可將蝴蝶蘭與萬代蘭族其他成員的蘭花進行屬間雜交，並獲得屬間雜交後代。高雄場大量利用 *Asconopsis Iren Dobkin* 為親本，與白色系、黃色系與紅色系等各種蝴蝶蘭品種進行屬間雜交及胚拯救試驗。目前已經有10餘個組合已經胚拯救成功，其中有一個組合已經陸續開花。

### 三、花柱切除法

為百合雜交育種常用技術，係屬配子體不親合(gametophytic incompatibility)，因花粉阻礙自身之發育，此類花粉可於柱頭上萌發產生花粉管，但花粉管於花柱內生長至半途，因花粉管內的RNA被分解而停止生長。國立嘉義大學研究顯示試蝴蝶蘭之不親和性主要發生於柱頭腔，故以切花柱法，佐以切花柱法進行胚囊授粉，獲得突破性之進展，使原本無法成功授粉之 *Phal. Taipei Gold 'STM'* 順利結莢，但仍有胚不稔或未發育完全之情形。

## 結語

春石斛雜交育種近年來已建立早生開花品系之基本群，日後育種目標將以選育夏季開花及高溫期花期長之品種，能據以建構春石斛週年生產出貨之品種群組，針對目前夏季開花之春石斛原種及另群石斛蘭節內具花期長及耐高溫原種，

加強進行種源蒐集及雜交組合試驗，並就石斛屬內遠緣雜交不親和性，深入探討並建立石斛蘭遠緣雜交不親和性技術。依此；建立整體春石斛蘭雜交育種技術及週年出貨品種群，方可建立石斛蘭產業崢至國際性競爭力之利基。

## 參考文獻

1. 李碩朋、王才義、楊堯文、李文立、陳甘澍、劉政道 2002 台灣原生石斛蘭生育及開花特性之調查 中國園藝 48(4): 428.
2. 李勇毅 2003 台灣喜普鞋蘭之生長週期、胚胎發育與內生 ABA 之變化及無菌繁殖 國立台灣大學園藝學研究所博士論文 136pp.
3. 沈再木、黃光亮、沈榮壽、杜柏勳 2004 中小花型蝴蝶蘭之選育 行政院農業委員會 93 農科-1.1.2-糧-Z3.
4. 林彩雲、林上琪、陳文輝、傅仰明、陳耀煌 1999 流式細胞儀在蝴蝶蘭屬基因組測定之應用 生命科學簡訊 13: 9-11.
5. 林讚標 1977 台灣蘭科植物 第二卷 蝴蝶蘭屬 p.280-285. 南天出版 台北。
6. 胡正榮、李咩 2004 文心蘭自交和雜交結實率 中國園藝 50: 343-356.
7. 黃敏展 1993 蘭花栽培藝術 p.278-284. 銀禾文化事業公司。
8. Kao, Y. Y., S. B. Chang, T. U. Lin, C. H. Hsieh, Y. H. Chen, W. H. Chen and C.C. Chen. 2001. Differential accumulation of heterochromatin as a Cause for Karyotype Variation in *Phalaenopsis* orchid. Ann. Bot. 87:387-395.
9. Lavaract B., W. Harris, G. Stocker (2000) *Dendrobium* and its relatives. Timber Press.
10. Lee, H. C., D.W. Chiou, W. H. Chen, A. H. Markhart, Y. H. Chen and T. Y. Lin. 2004. Dynamics of cell growth and endoreduplication during orchid flower development. Plant Sci. 166:659-667.
11. Lim, K. B., T. M. Shen, B. G. Rodrigo, M. S. Ramanna and J. M. Van Tuyl. 2004. Occurrence of SDR 2N-gametes in *Lilium* Hybrids. Breed. Sci. 54:13-18.
12. Lin, S., H. C. Lee, W. H. Chen, C.C. Chen, Y. Y. Kao, Y. M. Fu, Y. H. Chen and T. Y. Lin. 2001. Nuclear DNA contents of *Phalaenopsis* sp. and *Doritis pulcherrima*. J. Amer. Soc. Hort. Sci.126:195-299.
13. Magdalita, P. M., R. A. Drew, I. D. Godwin and S. W. Adkins. 1998. An efficient interspecific hybridization protocol for *Carica papaya* L. × *C. cauliflora* Jacq. Aust. J. Exp. Agric.
14. Shivanna, K. R. 1996. Incompatibility and wide hybridization. In: Chopra, V. L. and S. Prakash.1996. Oilseed and vegetable Brassicas: Indian perspective. Oxford and IBH Publishing Co.,New Delhi, p77-102.
15. Shindo, K. and H. Kamemoto. 1963. Karyotype analysis of some species of *Phalaenopsis*. Cytologia 28:390-398.

16. Sweet, H. R. 1980. The Genus *Phalaenopsis*. 128pp. The Orchid Digest Inc. U.S.A.
17. Veilleux, R. 1983. Diploid and polyploidy gametes in crop plants: mechanisms of formation and Utilization in plant breeding. *Plant Breed. Rev.* 3:253-288.
18. Vervaeke, I., R. Delen, J. Wouters, R. Deroose and M. P. De Proft. 2004. Semi in vivo pollen tube growth of *Aechmea fasciata*. *Plant Cell, Tissue Organ Cult.* 76:67-73.
19. Visser, T. 1983. The role of pioneer pollen in compatible and incompatible pollinations of apple and pear. *Acta Hortic.* 139:51-57.
20. Werner, J. E. and S. J. Peloquin. 1991. Occurrence and mechanisms of 2N egg formation in 2X potato. *Genome* 34:975-982.
21. Yam, T.W, 2001. *Dendrobium* breeding at the Singapore Botanic Gardens, Proceedings of APOC 7, Nagoya, Japan.
22. Zhang, X. S. and S. D. O'Neill. 1993. Ovary and gametophyte development are coordinately regulated by auxin and ethylene following pollination. *Plant Cell* 5:403-418.