

東海大學生命科學系碩士論文

臺灣產玉葉金花屬之分類訂正

Taxonomic Revision of *Mussaenda* L. (Rubiaceae) in Taiwan

研究生：黃冠中

Kuan-Chung Huang



指導教授：楊宗愈 博士

林善雄 博士

Advisors: Dr. T.Y. Aleck Yang

Dr. Shan-Hsiung Lin

中華民國 九十九年七月

目錄

中文摘要.....	i
英文摘要.....	iii
論文正文	
1. 前言.....	1
2. 前人研究歷史.....	4
3. 研究目的.....	9
4. 材料與方法.....	10
5. 結果.....	20
6. 討論.....	27
7. Key to <i>Mussaenda</i> in Taiwan (for living plant).....	30
8. Key to <i>Mussaenda</i> in Taiwan (for specimen).....	31
9. Taxonomic treatment.....	32
10. 參考文獻.....	51
表目次.....	56
圖目次.....	71

中文摘要

玉葉金花屬 (*Mussaenda*) 在分類上屬於茜草科 (Rubiaceae) 植物，主要分布於熱帶亞洲、非洲和太平洋諸島，在全世界約有一百二十種。此屬植物為雌雄異株，植株有異型花藥差異，多數植株有膨大白色萼片。目前在臺灣植物誌第二版當中紀錄有兩種：大葉玉葉金花 (*Mussaenda macrophylla* Wall.) 及毛玉葉金花 (*M. pubescens* W.T. Aiton)，其中大葉玉葉金花分布於中國，但臺灣僅分布於蘭嶼，毛玉葉金花則是分布於全臺灣及離島。然而從野外採集過程以及對照臺灣、大陸、日本及歐洲等地標本館館藏標本後發現本屬內分類群在分類處理上略有疑問。回顧前人所發表之相關文獻及尋找模式標本比對下發現，蘭嶼採集到的大葉玉葉金花某些特徵與模式標本有所不同，而毛玉葉金花分類群特徵變異頗大，應將其中之不同類群分開；形態結果顯示毛玉葉金花分類群在植株外部形態上可利用花部器官特徵作為區分，並嘗試使用光學顯微鏡觀察花粉形態、掃描式電子顯微鏡觀察葉表構造及種子表面作為分類特徵依據。比對毛玉葉金花及其同物異名之原始發表文獻和模式標本之後可將毛玉葉金花複合群分為五個分類群：1. 與日本為相同物種的玉葉金花 (*M. parviflora* Miq.)；2. 花冠筒顏色為米黃色與玉葉金花為不同分類群的台北玉葉金花 (*M.*

taihokuensis Masam.)；3. 葉子為寬卵形且生活形態為灌木型與玉葉金花分開的臺灣玉葉金花 (*M. taiwaniana* Kaneh.)；4. 原水社玉葉金花 (*M. albiflora* Hayata) 依據花序密集生於枝條頂端，呈頭狀花序狀而處理併入分布於香港及大陸的毛玉葉金花 (*M. pubescens*)；5. 原臺灣植物誌第二版所稱毛玉葉金花分類群則因其聚繖花序延長而併入 1900 年松村氏所發表的物種並提升至種的分類群：寶島玉葉金花 (*M. formosanum* (Matsum.) T.Y. Aleck Yang & K.C. Huang)。蘭嶼所產大葉玉葉金花則因其喬木型及小型花萼而恢復為臺灣特有種紅頭玉葉金花 (*M. kotoensis* Hayata)。

分子證據則利用核內 ITS 序列與葉綠體內 *trnT-trnF* 間的基因片段序列與已發表玉葉金花屬植物作比對，結果顯示紅頭玉葉金花自成一分支，臺灣玉葉金花與四國玉葉金花相近，其他樣本則與玉葉金花及毛玉葉金花相近。綜合以上結果，臺灣產玉葉金花屬植物共有 6 個分類群存在。

關鍵詞：玉葉金花屬、分類訂正、寶島玉葉金花、臺灣

Abstract

There are approximately 120 species in the genus *Mussaenda* L. (Rubiaceae) widely distributed in tropical Asia, Africa and Pacific Islands. This genus is dioecious, heterostyles, and most species of this genus with enlarged white calyxes (also known as the petaloid). There are 2 species of *Mussaenda* recorded in Flora of Taiwan Vol.4 2nd (ed.): *Mussaenda macrophylla* Wall. and *M. pubescens* W.T. Aiton (Yang, 1998). The former one is distributed in Lanyu Island only and China, and the latter one is found throughout the entire island of Taiwan and off-shore islands. During collecting samples in the field and comparing specimens of both species in the different herbaria of Taiwan, China, Japan and Europe, there have been some questions raised regarding the classification of this genus. After review in published papers and comparison of type specimens led to the conclusion that population of *M. macrophylla* collected from Lanyu Island has some characters which differ from the type specimen of *M. macrophylla* collected from Nepal. Moreover, the *M. pubescens* complex in Taiwan has numerous variations and it should be separated into different taxon. The results show that floral organs are a suitable taxonomic trait to classify this complex. The morphological and palynology pollen traits were compared, and the Scanning Electron

Microscope (SEM) was used to observe the leaf and seed surfaces for completion of the taxonomic revision. On the other hand, after reviewing published papers of synonym and comparing type specimen or specimens in the neighborhood area, it is concluded that *M. pubescens* complex could be separated into five taxa: 1. *Mussaenda parviflora* Miq. is the same species in Japan. 2. *Mussaenda taihokuensis* Masam. is differ from *M. parviflora* with its' beige color of corolla tube. 3. *Mussaenda taiwaniana* Kaneh. is differ from *M. parviflora* with its' board leaves and habitat. 4. *Mussaenda albiflora* Hayata treated as the synonym of *M. pubescens*, which distributed in Hong Kong and China. 5. The taxon, *Mussaenda pubescens* used in Flora of Taiwan 2nd (ed.) raise into a new combination name i.e. *M. formosanum* (Matsum.) T.Y. Aleck Yang & K.C. Huang with its' inflorescence cymes. Furthermore, *Mussaenda macrophylla* in Lanyu island should be restored to an endemic species i.e. *M. kotoensis* Hayata with its' habitat is small tree and small calyx.

Phylogenetic analyses were conducted based on nrITS and *trnT-trnF* region in chloroplasts. The results show that *Mussaenda kotoensis* are grouped in one clade, *M. taiwaniana* are grouped with *M. shikokiana* and others individuals are grouped with *M. pubescens* and *M. parviflora*. Combining these results, there are six taxa of *Mussaenda* in Taiwan.

Keywords: *Mussaenda* L., taxonomic revision, *Mussaenda formosanum*, Taiwan

1、前言

玉葉金花屬 (*Mussaenda* L.) 在分類上屬於茜草科 (Rubiaceae) 植物 (Linnaeus, 1753), 全世界約有 120 種, 主要分布在熱帶非洲、熱帶亞洲和太平洋諸島等舊熱帶地區 (Yang, 1998; Alejandro et al., 2005)。此屬植物主要為常綠灌木或者攀緣灌木, 少數為直立型灌木或喬木, 葉對生, 具托葉; 花序為頂生或腋生的聚繖花序, 子房為兩室, 花具備兩型花柱 (heterostyles), 單一花朵內雖然都有雌雄蕊的構造, 但長花柱花朵花柱伸出花冠筒頂端開口, 花藥乾扁, 花粉無法發育, 功能上類似雌花; 短花柱花朵花柱藏於花冠筒內, 花藥飽滿且花粉可明顯觀察到, 功能上類似雄花。長短花柱兩型之花朵不會同時存在於同一株植物上, 進而形成功能性的雌雄異株 (functional dioecious) (Nakai & Kato, 1999)。玉葉金花屬植物花萼五枚, 通常有一枚會膨大, 特化成為具有色彩類似花瓣的構造稱之為「類花瓣」 (petaloid), 顏色可從白色、粉紅色至紅色。Borges 等人在 2003 年對洋玉葉金花 (*M. frondosa* L.) 進行實驗, 測試移除類花瓣構造後會造成何種影響, 發現移除類花瓣後授粉者的訪花率及結實率皆顯著下降, 此一結果顯示特化的類花瓣構造可有效協助此屬植物吸引更多授粉者, 為繁衍上相當重要的構造; 果實為不開裂的漿果, 內含多數黑色種子。

臺灣植物誌 (Flora of Taiwan) 第二版 (Yang, 1998) 當中記錄玉葉金花屬植物有兩種，大葉玉葉金花 (*Mussaenda macrophylla* Wall.) 及毛玉葉金花 (*M. pubescens* W.T. Aiton)，前者在世界上分布於中國大陸南部、東南亞地區及印尼爪哇 (羅, 1999)，臺灣地區僅分布於蘭嶼 (Yang, 1998)；後者主要分布於中國大陸廣東地區，香港也有此物種記錄 (羅, 1999)，為臺灣中低海拔地區常見物種，亦分布於蘭嶼及綠島 (Yang, 1998)。中國植物誌則記錄臺灣本屬物種尚包括一種同時分布於日本及臺灣的玉葉金花 (*M. parviflora* Miq.) (羅, 1999)，在臺灣植物誌則處理此學名為毛玉葉金花之同物異名 (Yang, 1998)。

原茜草科在分類學恩格勒 (Engler) 系統中歸為被子植物門，雙子葉植物綱，茜草目中 (黃, 1993)。在 APG (Angiosperm Phylogeny Group) III (2009) 中，使用分子生物學應用在顯花植物分類上而將茜草科歸於真雙子葉植物 (Eudicots)、菊類群 (Asterids)、唇形類群 (Lamiids)，龍膽目 (Gentianales) 內。

除了形態分類外，Alejandro 等人在 2005 年使用細胞核內核糖體中間區 (nrITS) 與葉綠體 *trnT-trnF* 基因片段，檢視玉葉金花族 (*Mussaendeae*) 的分類狀況。結果顯示玉葉金花族是多源群 (polyphyly) 而不是單源群 (monophyly)，亞洲的種類與非洲的種類分屬不同兩個起源。為了維持單源性，將產自馬達加斯加島的三個分

類群 *M. latisepala* Homolle、*M. pervillei* Wernham 與 *M. vestita* Baker 成立新 *Bremeria* 屬。在 Alejandro 等人的研究中，臺灣植物誌第二版 (Yang, 1998) 中的毛玉葉金花 (*M. pubescens*) 為玉葉金花 (*M. parviflora*) 及四國玉葉金花 (*M. shikokiana*) 的姊妹群，大葉玉葉金花 (*M. macrophylla*) 則不在此研究關注範圍當中。2007 年鄭喬尹在臺灣產玉葉金花屬植物親緣關係及生殖生物學之研究中，以相同片段的分子證據認為臺灣的毛玉葉金花 (*M. pubescens*) 分類群應歸為玉葉金花 (*M. parviflora*)，但因該研究中未有採集到形態特徵上認為是毛玉葉金花 (*M. pubescens*) 分類群的標本，故並沒處理此分類群分子證據上的分類地位。

2、前人研究歷史

臺灣的玉葉金花屬植物在分類歷史上，各植物學者曾就對本屬內各分類群提出不同的分類意見。與臺灣的玉葉金花屬植物相關的首篇文獻為英國人 F. B. Forbes 與 W. B. Hemsley 在 1888 年共同發表之「中國植物誌目錄」(Index Florae Sinensis)，其內記錄了兩種採自臺灣的本屬植物，鑑定為光葉玉葉金花 (*Mussaenda glabra* Vahl) 及毛玉葉金花 (*M. pubescens* W.T. Aiton)。1896 年英國人 A. Henry 在福爾摩沙植物名錄 (A List of Plants from Formosa) 僅記錄了光葉玉葉金花 (*M. glabra*)，毛玉葉金花 (*M. pubescens*) 則未列入。

日本人松村任三 (J. Matsumura) 於 1900 年記錄臺灣有 3 種玉葉金花屬植物，分別為 1、僅分布於蘭嶼的大葉玉葉金花 (*Mussaenda macrophylla* Wall.)；2、其花冠筒長 1 公分，花萼裂片為尖形，原產於日本，臺灣則分布在北部的玉葉金花 (*M. parviflora* Miq.)；3、新變種 *M. parviflora* Miq. var. *formosana* Matsum. 花冠筒長 2 公分及花萼裂片為銳尖形，分布於臺灣全島。1906 年松村任三與早田文藏 (B. Hayata) 在「臺灣植物名彙」(Enumeratio Plantarum Formosanarum) 中記錄有分布於全島的玉葉金花 (*M. parviflora*)、僅分布於蘭嶼的大葉玉葉金花 (*M. macrophylla*) 及分布臺灣西南部的毛玉葉金花 (*M. pubescens*)，並將原光葉玉葉金花 (*M. glabra*) 處理成玉葉金花的同

物異名 (synonym)。早田氏在 1911 年於「臺灣植物材料」(Materials for a flora of Formosa) 中認為產自蘭嶼的大葉玉葉金花族群可依據苞片及正常花萼較小和膨大萼片較大型三種特徵，與原產於中國及東南亞的大葉玉葉金花有所區隔，將分布於蘭嶼稱為「大葉玉葉金花」的族群發表成一新種：紅頭玉葉金花 (*M. kotoensis* Hayata)。1912 年早田氏所發表的著作「臺灣植物圖譜」(Icones Plantarum Formosandarum) 第二卷當中綜合 1906 年及 1911 年的處理共記錄臺灣有三種本屬植物：玉葉金花 (*M. parviflora*)、毛玉葉金花 (*M. pubescens*) 與紅頭玉葉金花 (*M. kotoensis*)。1917 年金平亮三 (R. Kanehira) 在「臺灣樹木誌」(Formosan Tree) 中發表一新種臺灣玉葉金花 (*M. taiwaniana* Kaneh.)，其與玉葉金花為相近物種，可區分的特徵為葉較為寬大，葉形呈圓形，並且僅在埔里附近有分布。早田氏在 1920 年的臺灣植物圖譜第九卷中依據較短的雄蕊長度與較為密集的花序，發表一與毛玉葉金花相近的新種：水社玉葉金花 (*M. albiflora* Hayata)，並註明此新種僅見分布於南投水社地區。佐佐木舜一 (S. Sasaki) 在 1928 年的「臺灣植物名彙」(List of Plants of Formosa) 統整上述的分類研究，記錄臺灣產本屬植物共五個分類群：紅頭玉葉金花、毛玉葉金花、玉葉金花、水社玉葉金花及臺灣玉葉金花。1936 年在正宗嚴敬 (G. Masamune) 所編輯的「最新台灣植物總目錄」(Short Flora of Formosa) 及金平氏的「臺灣樹木誌」修訂版 (1936) 兩書當中都認同佐佐木氏

的處理，保留了五個分類群的存在。正宗氏在 1939 年把臺灣北部的玉葉金花族群依據花色為米黃色與玉葉金花金黃色不同及缺乏膨大萼片或膨大萼片發育不完全等特徵，發表成新種臺北玉葉金花 (*M. taihokuensis* Masam.)。1954 年正宗氏在「臺灣植物目錄」(A List of Vascular Plants of Taiwan) 中則將玉葉金花屬處理成四個分類群，除了保留臺北玉葉金花 (*M. taihokuensis*) 之外尚有紅頭玉葉金花 (*M. kotoensis*)、毛玉葉金花 (*M. pubescens*) 及臺灣玉葉金花 (*M. taiwaniana*)，並將 1936 年以前學者所處理的玉葉金花 (*M. parviflora*) 和水社玉葉金花 (*M. albiflora*) 的分類群分別處理為臺灣玉葉金花 (*M. taiwaniana*) 及臺北玉葉金花 (*M. taihokuensis*) 的同物異名。1963 年李惠林博士在臺灣樹木誌 (Woody Flora of Taiwan) 中保留 1、毛玉葉金花 (*M. pubescens*) 及 2、臺北玉葉金花 (*M. taihokuensis*) 的分類群，並恢復了 3、玉葉金花 (*M. parviflora*) 分類群的存在，認為臺北玉葉金花 (*M. taihokuensis*) 及水社玉葉金花 (*M. albiflora*) 為其同物異名，而紅頭玉葉金花 (*M. kotoensis*) 則處理成 4、大葉玉葉金花 (*M. macrophylla*) 的同物異名，等四個分類群，其中臺灣玉葉金花 (*M. taiwaniana*) 僅以葉形態的特徵維持種的階級，同時並認為必須要有更多的採集記錄才能更完整確定此一分類群的存在。1978 年臺灣植物誌 (Flora of Taiwan, Chao) 第一版當中則由趙哲明博士對本屬植物分類群做整理，同樣保留李惠林的四個分類群：大葉玉葉金花 (*M.*

macrophylla)、臺灣玉葉金花 (*M. taiwaniana*)、毛玉葉金花 (*M. pubescens*) 及玉葉金花 (*M. paviflora*)，與李惠林的分類處理不同的是，趙認為水社玉葉金花 (*M. albiflora*) 是毛玉葉金花 (*M. pubescens*) 的同物異名，同時趙也處理 1900 年松村氏發表的變種 *M. parviflora* var. *formosana* 為玉葉金花 (*M. parviflora*) 的同物異名。1994 年劉業經等人在臺灣樹木誌中紀錄有四個分類群：大葉玉葉金花 (*M. macrophylla*)、臺灣玉葉金花 (*M. taiwaniana*)、毛玉葉金花 (*M. pubescens*) 及玉葉金花 (*M. paviflora*)，並認為水社玉葉金花 (*M. albiflora*) 與臺北玉葉金花 (*M. taihokuensis*) 為玉葉金花 (*M. paviflora*) 的同物異名。楊宗愈博士在 1998 年臺灣植物誌第二版 (Yang, 1998) 中，因為觀察在標本上的花部器官及葉等形態資料上存在連續性變異，而將前人新紀錄或已發表過的新分類群依命名法規優先權的原則除了大葉玉葉金花 (*M. macrophylla*) 以外的分類群皆處理成毛玉葉金花 (*M. pubescens*) 的同物異名，與大葉玉葉金花 (*M. macrophylla*) 為兩種臺灣的分類群。2007 年，臺灣大學碩士鄭喬尹在臺灣產玉葉金花屬植物親緣關係及生殖生物學之研究中，利用花部器官形態如花冠筒長度、雌蕊長度及膨大萼片的缺乏等形態特徵資料，確認了臺北玉葉金花 (*M. taihokuensis*) 的存在，此研究中並未處理其它曾經發表過的分類群。2009 年，張坤城與王志強依據葉較大型與花冠筒短於 1.4 公分特徵，將臺灣玉葉金花 (*M. taiwaniana*) 分類群從毛玉葉

金花 (*M. pubescens*) 中區分出來。臺灣產玉葉金花屬植物之分類歷史簡表詳見如表 1。

3、研究目的

回顧前人對於臺灣玉葉金花屬內各分類群研究，發現各學者依照不同的形態特徵資料對臺灣的玉葉金花屬分類群加以區分。臺灣植物誌第二版的處理將僅分布在蘭嶼的大葉玉葉金花 (*Mussaenda macrophylla*) 分類群之外，其他各分類群皆處理為毛玉葉金花 (*M. pubescens*)。從野外觀察經驗發現花色從米黃色、黃色到金黃色各有差異，檢視標本過程中也看到花冠筒長短也有明顯不同，因此臺灣植物誌第二版的處理是否適當有其值得探討的地方。依筆者觀察或許就花部器官特徵可將目前所稱毛玉葉金花 (*M. pubescens*) 的分類複合群內區分開為不同物種。因此本論文目的在：一、經由模式標本比對、文獻搜尋、觀察標本館內標本並與現今野外採集之材料比對，找出可使用的形態特徵資料，以確立毛玉葉金花 (*M. pubescens*) 複合群內各分類群的變異程度，釐清臺灣本屬植物內各分類群地位；二、應用分子技術取得臺灣本屬植物不同地區內各分類群的 DNA 分子特徵資料，與已發表的世界上玉葉金花屬分類群的相關資料比對，希望能夠結合分子 DNA 特徵資料與形態特徵資料兩者所得出的結論，能夠共同比對以完成臺灣本屬植物分類群之分類訂正。

4、材料與方法

收集原始發表文獻 (protologue) 與找尋模式標本：為了能夠更正確的掌握本屬植物在前人研究歷史當中各分類群之間的差異，利用網路及圖書館搜尋各分類群的原始發表文獻，同時可從原始發表文獻當中找尋到命名者所指定的模式標本，進而與各標本館館藏標本及野外採集所得的標本做比對，掌握住不同分類群之間變異程度上的差異性。

前往臺灣與鄰近地區標本館檢視館藏標本：包括國立自然科學博物館植物標本館 (國際標本館代號：TNM)、國立臺灣大學植物標本館 (國際標本館代號：TAI) 臺灣林業試驗所植物標本館 (國際標本館代號：TAIF) 檢視館藏標本；歐洲地區前往法國巴黎自然史博物館植物標本館 (國際標本館代號：P)；亞洲地區前往香港中文大學植物標本館 (國際標本館代號：CUHK)、香港植物標本室 (國際標本館代號：HK)、中國科學院昆明植物研究所植物標本館 (國際標本館代號：KUN)。另外，楊宗愈博士前往英國大英自然史博物館植物標本館 (國際標本館代號：BM) 與英國皇家邱植物園標本館 (國際標本館代號：K)；日本地區前往日本東京大學植物標本館 (國際標本館代號：TI)、京都大學植物標本館 (國際標本館代號：KYO)。在各標本館內尋找館藏標本及模式標本，紀錄標本形態資料並拍攝模式標本

影像或委請該標本館協助取得。

野外採集：除了前往上述臺灣及鄰近地區各標本館檢視該館與本屬植物相關的模式標本或館藏標本之外，亦在全台中低海拔各地區包含綠島及蘭嶼做廣泛性的本屬植物採集。由於各分類群的花果期不盡相同，因此全年持續進行採集，以此了解各分類群間花果期的月份，補足更多相關各分類群描述資料。

自野外採集回來之後測量並記錄植株各部位特徵如植物形態、花冠筒長度、葉長寬、植株被毛與否等特徵，以便製作各分類群間的分類特徵依據，使用統計方法讓各類群特徵能夠分群。並使用集群分析 (Cluster analysis) (Romesburg, 2004) 分析各分類群間的相似程度，集群分析使用距離作為分類的依據，相對距離越接近，相似程度就越高，以此將各分類群作歸類，以各分類群為計算單元 (operational taxonomic unit, OTU)，選用 12 個特徵作區分，集群分析矩陣見表 2。同時也會對花粉進行光學顯微鏡 (Light microscope, LM) 及掃描式電子顯微鏡 (Scanning electron microscope, SEM) 觀察，並製作花粉永久玻片；葉細微特徵則利用掃描式電子顯微鏡觀察葉面、葉背、氣孔大小與毛被物特徵，果實及種子亦利用此方法做表面細微構造之觀察。除記錄形態資料外，亦利用矽膠乾燥劑將植物葉片乾燥，攜回實驗室進行後續分子生物技術分析使用。

本論文採集之證據標本及花粉永久玻片引證標本存放於國立自然科學博物館植物標本館。

製作花粉永久玻片流程：採用修改後的酸分解法（Erdtman, 1952）

1. 自野外或標本上採集整朵花存放在裝有固定液（50%酒精：甘油＝99：1）的採集瓶中。
2. 於解剖顯微鏡下採花藥置於 1.5 ml 離心管中，加入 2-3 滴冰醋酸（Acetic acid）後以玻棒搗碎。
3. 夾起離心管內殘渣，加入冰醋酸約 0.5 ml 後放入離心機以 3000 轉速度離心 3-5 分鐘。
4. 以滴管吸出上層澄清液後，加入冰醋酸與硫酸混合液（混合比 9：1）0.5 ml。
5. 隔水加熱 3-5 分鐘至變色，以 3000 轉速度離心 3 分鐘。
6. 吸出上層澄清液，加入 95%酒精 0.5 ml，以 3000 轉速度離心 3 分鐘。
7. 吸出上層澄清液，加入 80%酒精 0.5 ml，以 3000 轉速度離心 3 分鐘。
8. 吸出上層澄清液，加入 70%酒精 0.5 ml，以 3000 轉速度離心 3 分鐘。
9. 吸出上層澄清液，加入 50%酒精 0.5 ml，以 3000 轉速度離心 3 分鐘。

鐘。

10. 吸出上層澄清液，加入 95% 酒精 0.5 ml，以 3000 轉速度離心 3 分

鐘。

11. 吸出上層澄清液，加入 50% 甘油 0.5 ml，以 3000 轉速度離心 3 分

鐘，吸出上層澄清液後靜置 24 小時。

12. 將 1mm^3 甘油膠 (glycerin jelly) 固定於探針尖上，沾取離心管壁

上的花粉粒。

13. 放置載玻片於 60°C 加熱器上，將探針尖上沾有花粉粒的甘油膠置

於載玻片上，待甘油膠微融後覆上蓋玻片。

14. 將融化的石蠟由蓋玻片側邊滴入，並注意不要有氣泡，冷卻凝固

後將蓋玻片周圍多餘的石蠟以刀片刮除，即完成花粉永久玻片。

掃描式電子顯微鏡樣本製作流程：(修改自 Pathan, Bond and Gaskin, 2008)

1. 將新鮮材料裁切成所需大小後裝入含有 2.5% Glutaraldehyde (50% glutaraldehyde stock 以 0.1 M, pH 7.0 phosphate buffer 稀釋) 樣品瓶

中固定 4 小時。(此步驟亦可以 70% 酒精或以 50% 酒精: 甘油 = 99 :

1 比例的固定液，若以此前者代替則可直接從步驟 5 接續，後者則從步驟 4 接續)

2. 樣品以 0.1 M, pH 7.0 phosphate buffer 清洗三次後，若未馬上進行

酒精脫水動作可放於 5°C 下保存。

3. 以 30% 酒精脫水 10 分鐘。
4. 以 50% 酒精脫水 10 分鐘。
5. 以 70% 酒精脫水 10 分鐘。
6. 以 80% 酒精脫水 20 分鐘。
7. 以 95% 酒精脫水 20 分鐘。
8. 以 100% 酒精脫水 20 分鐘。
9. 以 100% 丙酮 (Acetone) 脫水 20 分鐘。
10. 以 100% 丙酮 (Acetone) 脫水 20 分鐘，完成樣品脫水。
11. 將樣品放入 HCP-2 臨界點乾燥機 (Critical Point Dryer, CPD) 當中作臨界點乾燥處理，使樣品完全乾燥。
12. 將完成臨界點乾燥之樣品固定在已黏好雙面膠的掃描式電子顯微鏡載臺上，以鍍金機 (Hitachi E-1010) 進行覆膜 (coating) 100 秒後即可進入掃描式電子顯微鏡 S-3000N 作觀察。

植物總體 DNA 萃取 (Genomic DNA Extraction) 過程則利用植物 DNA 萃取套組 VIOGENE (Plant Genomic DNA Extraction Miniprep System, Sunnyvale, CA, U.S.A) 進行，步驟如下。

1. 取已完成乾燥的 100 mg 植物葉組織以液態氮急速冷凍後，置於完成預冷的研鉢內研磨成細狀粉末後置於 1.5 ml 離心管。

2. 於離心管中加入 400 μ l PX1 buffer 與 4 μ l RNase A buffer (100 mg/ml)，劇烈震盪後放置於 65°C 加熱器上反應 10 分鐘。
3. 加入 130 μ l PX2 buffer，震盪後置於冰上反應 5 分鐘。
4. 將原離心管內溶液抽出後轉置於已放有 Shearing Tube 的 Collection Tube 中，以離心機全速離心 2 分鐘，取 Collection Tube 內下清液 400 μ l 至另一新離心管。
5. 加入 200 μ l PX3 buffer 及 400 μ l 98-100% 酒精，反轉 3-5 次。
6. 取 650 μ l 下清液至已放有 Plant Genomic DNA Mini Column 的 Collection Tube 中，以 10000 轉離心 1 分鐘後，捨棄 Collection Tube 中的下清液。
7. 取步驟 5 中剩餘的下清液重覆步驟 6。
8. 以 0.7 ml 的 WS Buffer 加入放有步驟 7 後的 Plant Genomic DNA Mini Column 的 Collection Tube 後全速離心 1 分鐘，並丟棄下清液 (此步驟進行 2 次)。
9. 全速離心 3 分鐘去除剩餘的 WS Buffer。
10. 將 Plant Genomic DNA Mini Column 放置新的 1.5 ml 離心管內，加入 200 μ l 已預熱至 65°C 的二次水，全速離心 1 分鐘後，將 DNA 樣本存於 -20°C 下備用。

聚合酶連鎖反應 (Polymerase Chain reaction, PCR)

引子 (Primer) 選取

本論文主要依據 Alejandro 等人於 2005 年發表關於玉葉金花族 (Mussaendae) 植物的分子序列資料做比較，將以聚合酶連鎖反應擴增細胞核內核糖體中間區 (nuclear ribosomal interal transcribed spacer, nrITS) 片段與葉綠體 (chloroplast, cp) 內的 *trnT-trnF* 片段用來分析。nrITS 所使用引子是 Popp & Oxelman 於 2001 設計使用的 P17F 與 28S-82R; cp *trnT-trnF* 則是 Taberlet 等人於 1991 年設計的 *trnC* 與 *trnF*，可使用於整個植物界 (表 3)。

聚合酶連鎖反應

每次反應的總體積為 25 μ l，每一管中反應試劑比例如下：DNA template 4 μ l，正反引子各 0.5 μ l，10mM dNTP 0.5 μ l，10X Taq Buffer 2.5 μ l，Taq DNA Polymerase 0.5 μ l，以及二次水 16.5 μ l。

聚合酶連鎖反應條件：

1. nrITS

$$\left(\frac{94^{\circ}\text{C}}{5 \text{ min}} \right) \left(\frac{94^{\circ}\text{C}}{30 \text{ sec}} \frac{50^{\circ}\text{C}}{30 \text{ sec}} \frac{72^{\circ}\text{C}}{30 \text{ sec}} \right) \times 35 \left(\frac{72^{\circ}\text{C}}{10 \text{ min}} \frac{4^{\circ}\text{C}}{\infty} \right)$$

2. cp *trnT-trnF*

$$\left(\frac{94^{\circ}\text{C}}{5 \text{ min}} \right) \left(\frac{94^{\circ}\text{C}}{1 \text{ min}} \frac{52^{\circ}\text{C}}{1 \text{ min}} \frac{72^{\circ}\text{C}}{1 \text{ min}} \right) \times 35 \left(\frac{72^{\circ}\text{C}}{10 \text{ min}} \frac{4^{\circ}\text{C}}{\infty} \right)$$

PCR 所得產物以洋菜膠膠體電泳檢視產物，之後交由明欣生物科技
公司定序，每一樣本皆經由正反股雙邊定序後利用序列分析軟體
Bioedit 7.0 整理並確定正確性，最後使用美國國家信息中心

(National Center for Biotechnology Information, NCBI) 的 BLAST 程
式對完成序列確認。

分子資料譜系分析 (Phylogenetic analysis)

將已完成整理的序列資料，與自 GenBank 下載已發表的與玉葉
金花屬相關分類群基因序列 (Alejando et al., 2005) 作排序，排序動
作以序列分析軟體 Bioedit 7.0 整理並檢視 DNA 序列比對，必要時作
適當的手動調整。

本實驗將利用三種譜系分析方法做分析，各方法簡介如下：

1. 最簡約分析 (Maximum parsimony analysis, MP)：此方法是使用最
簡約原理 (maximum parsimonious principle) 搜尋步驟最短的演化
樹，將隨機重複進行 1000 次的起始點搜尋，分析內以啟發式搜尋
法 (heuristic search) 以求得最簡約的演化樹，並以 strict consensus

方法產生一個一致性的演化樹 (consensus tree)，演化樹內各節點 (node) 支持度也使用簡約分析運算方法進行啟發式搜尋，進行 1000 次的隨機重新特徵取樣來得到支持數值 (bootstrap value)。高度簡約分析將使用 PAUP* 4.0b10 (Swofford, 2002) 軟體進行分析。

2. 鄰近連接分析 (Neighbor-joining analysis, NJ)：使用鄰近連接法來進行距離 (distance) 分析，利用連續性的鄰近搜尋演化樹，以求得綜合演化樹中距離最短的演化樹。譜系節點的支持度是利用鄰近連接分析運算，進行 1000 次的隨機特徵重新取樣

(pseudo-resample) 求得支持數值。與最簡約分析相同，鄰近連接分析也將使用 PAUP* 4.0b10 (Swofford, 2002) 軟體進行分析。

3. 貝葉式導出分析 (Bayesian inference analysis, BI)：使用似然性 (likelihood) 來作為判定最適合的譜系樹，主要將分析後所得到各種可能的譜系樹當作序列資料的一種前驗分布 (prior distribution)，然後在序列資料下以條件概率 (conditional probability) 來進行估算。在貝葉式導出分析下使用 Modeltest (version 3.7, Posada and Crandall, 1998) 在 Bayesian Information Criterion (BIC) 的統計標準下，得出對序列資料最適合的模式 (Posada and Buckley, 2004)。由 model test 的結果，nrITS 為 HKY+I+G 模式，隨機選取任一譜系樹作起始，使用馬科夫鏈蒙地卡羅演算法 (Markov chain Monte Carlo method, MCMC) 執行 4,000,000 個迴路 (generation)，

trnT-trnF 則是 K81uf 模式，執行 1,000,000 個迴路，合併 nrITS 與 *trnT-trnF* 分子資料後，將合併序列資料分成兩個部分個別作 model test，在 nrITS 為 HKY+G 模式，*trnT-trnF* 為 K81uf 模式下，執行 1,000,000 個迴路。三組分子特徵資料在此分析內皆為每 100 個迴路抽樣 1 次，每 100 次迴路得到 1 演化樹，過程中並記錄各分支 (branch) 長度，以此方式重覆至所有迴路結束。最後以全部得到的演化樹進行一致性方法合併得出具一致性的演化樹，並依照多數決數值 (majority rule value)，當作分支後驗概率 (posterior probability) 的數值。貝葉式導出分析則是使用 MrBayes 3.1.2 (Huelsenbeck & Ronquist, 2001) 進行分析。

5、結果

臺灣地區前往國立自然科學博物館植物標本館檢視 482 份館藏標本；國立臺灣大學植物標本館檢視 190 份館藏標本，其中包含臺北玉葉金花 (*Mussaenda taihokuensis*) 模式標本 1 份 (圖 1)；臺灣林業試驗所植物標本館檢視 281 份館藏標本，包括臺灣玉葉金花 (*M. taiwaniana*) 模式標本 3 份 (圖 2) 及水社玉葉金花 (*M. albiflora*) 模式標本 1 份 (圖 3A)。亞洲地區內楊宗愈博士前往日本東京大學植物標本館與京都大學植物標本館各攜回 15 份與 2 份館藏標本影像，東京大學植物標本館內收集 *M. parviflora* var. *formosana* Matsum. 模式標本影像 7 份 (圖 4)、紅頭玉葉金花 (*M. kotoensis*) 模式標本影像 2 份 (圖 5) 及水社玉葉金花 (*M. albiflora*) 模式標本 1 份 (圖 3B, 3C)。中國地區則前往香港中文大學植物標本館檢視 36 份館藏標本、香港植物標本室檢視 20 份館藏標本與中國科學院昆明植物研究所植物標本館檢視 8 份館藏標本。歐洲地區前往法國巴黎自然史博物館植物標本館檢視 7 份館藏標本。楊宗愈博士前往英國大英自然史博物館植物標本館檢視 7 份館藏標本，並包括有毛玉葉金花 (*M. pubescens*) 模式標本 1 份 (圖 6)，英國皇家邱植物園標本館則檢視 2 份標本包括大葉玉葉金花 (*M. macrophylla*) 模式標本影像 1 份 (圖 7)。

1911 年早田氏認為根據苞片及正常花萼較小和膨大萼片較大型

三種特徵將 1900 年松村氏新記錄到臺灣所產玉葉金花屬植物中僅分布於蘭嶼的大葉玉葉金花 (*M. macrophylla*) 族群，發表成新種紅頭玉葉金花 (*M. kotoensis*)，此族群直到 1963 年又被李惠林更正為大葉玉葉金花 (*M. macrophylla*) 的同物異名。經由搜尋原始發表文獻及模式標本後，與現今所採自於蘭嶼的標本比對發現，確實可由正常花萼較小，小於 1 公分、膨大萼片較大型及葉形較大型將其區分開來，同時在早田氏所發表的原始文獻中並沒有記錄到其形態為高度可超過 5 公尺的小喬木，一併在此註記，為一新的鑑別特徵 (表 4)，故可確認存在臺灣的分類群為紅頭玉葉金花 (*M. kotoensis*)，而非大葉玉葉金花 (*M. macrophylla*)。

檢視臺灣、香港、大陸及歐洲地區各大標本館館藏標本後與野外採集標本比對，發現臺灣植物誌第二版 (Yang, 1998) 所使用的毛玉葉金花 (*M. pubescens*) 分類群當中的變異程度相當大，花色可由金黃色、黃色、米黃色至白色皆有不同，花冠筒的長短也明顯不同，以花部器官特徵來看可作為良好的鑑別特徵，而將此複合群中不同的分類群分開，並經由統計方法 t-test 檢驗後發現花冠筒長短與花冠筒長寬比可明顯區分開兩大分類群的差異 (圖 8 及圖 9)。

短花冠筒族群當中經比對原始文獻和模式標本後與現今族群做比較，可依據植株形態、花色不同、葉長寬、葉背被毛顏色不同三個

分類特徵分成 3 個分類群：1. 生活型為攀援灌木、花色為金黃色、葉寬小於 8 公分、葉背不披紅色毛的玉葉金花 (*Mussaenda parviflora* Miq.)。2. 生活型為攀援灌木、花色為米黃色、葉寬小於 8 公分、葉背披紅色毛的臺北玉葉金花 (*M. taihokuensis* Masam.)。3. 生活型為灌木、花色為金黃色、葉寬大於 8 公分、葉背不披紅色毛的臺灣玉葉金花 (*M. taiwaniana* Kaneh.) (表 5)。

長花冠筒族群可依據花色及花序不同明顯區分成 2 個分類群，但臺灣植物誌第二版 (Yang, 1998) 使用為毛玉葉金花 (*M. pubescens*) 分類群經過與大陸、香港地區相同學名的比較後發現原始文獻描述及模式標本花序特徵不符合，毛玉葉金花 (*M. pubescens*) 模式標本花序密集生於枝條頂端接近頭狀花序，而臺灣植物誌第二版使用的毛玉葉金花分類群則為聚繖花序。回顧早田氏於 1920 年發表的水社玉葉金花 (*M. albiflora* Hayata)，除了花色為白色與模式標本不同外，其餘特徵皆無法與香港或中國地區所產的毛玉葉金花 (*M. pubescens*) (羅, 1999) 有所區隔 (表 6)，且從香港地區採集標本中亦有發現該地稱毛玉葉金花 (*M. pubescens*) 分類群中花色白色與花色黃色兩個族群生長於相鄰處，因此本文將臺灣所產花色為白色，花序接近頭狀花序的水社玉葉金花 (*M. albiflora*) 分類群處理為毛玉葉金花 (*M. pubescens*) 的同物異名。臺灣植物誌第二版中誤植為毛玉葉金花的族

群，經由搜尋模式標本過程中發現更為接近松村氏在 1900 年所發表的變種 *M. parviflora* var. *formosana*，與模式標本比對後確定花冠筒細長，長於 1.5 公分以上，花冠裂片為銳尖形，花冠裂片角度接近 30 度與玉葉金花(*M. parviflora*)花冠筒短於 1.5 公分，花冠裂片為尖形，花冠裂片角度為 45 度的特徵可明顯區分(表 7)，將其併入松村氏的變種分類群並提升至種的分類群，為寶島玉葉金花 (*M. formosanum* (Matsum.) T.Y. Aleck Yang & K.C. Huang)。原臺灣植物誌第二版(Yang, 1998) 稱毛玉葉金花分類群內各鑑別特徵比較見表 8。

除外部形態特徵外，在花粉學 (Palynology) 上使用光學顯微鏡 (LM) 與掃描式電子顯微鏡 (SEM) 分別觀察了紅頭玉葉金花 (*M. kotoensis*)、寶島玉葉金花 (*M. formosanum*)、臺北玉葉金花 (*M. taihokuensis*) 及玉葉金花 (*M. parviflora*) 4 個分類群的花粉，可觀察出其花粉粒形狀為橢圓形至圓形，花粉粒為 4 溝孔狀，花粉粒大小長 15-20 μm ，寬 10-20 μm (表 9) (圖 10.1、圖 10.2 及圖 11)，結果認為花粉粒特徵不足以支持將這 4 個分類群分開。

掃描式電子顯微鏡亦用來觀察葉面及葉背特徵。葉背氣孔大小在 6 個分類群內為 18-20 μm (圖 12)；葉背中肋周圍構造在 6 個分類群皆有披毛，毛披物長度為 400-800 μm (圖 13)；葉背中肋毛披物表面紋飾在 6 個分類群中皆為短條狀 (short striate) (圖 14)；葉表面構造

除臺灣玉葉金花 (*M. taiwaniana*) 細胞為不規則狀外，其餘分類群屬於多邊形(圖 15); 果實除表面附屬物可由直接觀察差異程度(表 6)，其他特徵無法將各分類群分開；種子經掃描式電子顯微鏡觀察後，發現各分類群種子形狀呈現橢圓形或接近圓形，表面光滑皆有凹陷(圖 16, 圖 17)，種子長度皆小於 2 mm 亦無差異。結果顯示，以掃描式電子顯微鏡觀察細部特徵未能有效找出新的細部特徵分類依據(表 10)。

由集群分析所得到的結果，臺灣的玉葉金花屬可在相似度 88% 處可有效區分出 6 個分類群(圖 18)，各分類群中在所選用 12 個特徵內變異程度相當穩定，彼此相當接近自成一類。除集群分析外也作對應分析 (correspondence analysis)，同樣支持 6 個分類群的結果(圖 19)。

依據形態特徵與集群分析結果，本論文將臺灣產玉葉金花屬植物區分為 6 個分類群：1. 寶島玉葉金花 (*Mussaenda formosanum* (Matsum.) T.Y. Aleck Yang & K.C. Huang)、2. 紅頭玉葉金花 (*M. kotoensis* Hayata)、3. 玉葉金花 (*M. parviflora* Miq.)、4. 毛玉葉金花 (*M. pubescens* W.T. Aiton)、5. 臺北玉葉金花 (*M. taihokuensis* Masam.)、6. 臺灣玉葉金花 (*M. taiwaniana* Kaneh.)。各分類群主要分類特徵比較見表 11，各分類群生態照見圖 20 至圖 25，分布地點見

圖 26。

分子特徵資料譜系分析則是自 GenBank 上取得 Alejandro 等人於 2005 年所發表之玉葉金花屬植物序列 22 筆並選擇裂果金花 (*Schizomussaenda dihiscens* (Craib.) H.L. Li) 及假玉葉金花 (*Pseudomussaenda flava* Verdc.) 當作外群 (表 12)，綜合臺灣、中國、香港及日本地區不同分類群的玉葉金花屬植物的 DNA 片段 25 筆 (表 13) 一同分析，利用 PAUP* 4.0b10 (Swofford, 2002) 與 MrBayes 3.1.2 (Huelsenbeck & Ronquist, 2001) 軟體得出相關的譜系樹。

本論文中所取得玉葉金花屬植物在細胞核內核糖體中間區 (nrITS) 的序列資料共有 47 筆，序列長度變化介於 579 bp 到 594 bp 之間，有 66 個有效變異位置；葉綠體內 *trnT-trnF* 片段有 39 筆，序列長度變化介於 887 bp 到 894 bp 之間，有 36 個有效變異位置；綜合兩個序列資料後共有 37 筆資料，序列長度變化介於 1462 bp 到 1487 bp 間，有 89 個有效變異位置。

在 nrITS 所建構的譜系樹當中無論是最簡約分析 (MP)、鄰近連接分析 (NJ) 或貝葉式導出分析 (BI) 皆可得到形態為臺灣玉葉金花分類群與四國玉葉金花 (*Mussaenda shikokiana* Makino) 被歸類在同一群，形態為紅頭玉葉金花分類群則自成一類並有足夠的 bootstrap 支持度支持，其親緣關係較接近產自菲律賓或印尼的物種，形態為毛

玉葉金花分類群除鄰近連接分析分析當中採自臺灣的樣本序列親緣關係較遠離香港及中國地區外，高度簡約分析及貝葉式導出分析中三地所得到的樣本序列皆分在同一群中（圖 27 至圖 29）。

cp *trnT-trnF* 序列片段所建構的譜系樹中無論貝葉式導出分析、高度簡約分析或鄰近連接分析，形態為紅頭玉葉金花分類群自成一群，與菲律賓所產玉葉金花屬植物較為相近，其餘形態分類群皆無法分群，而與四國玉葉金花和玉葉金花的關係較為相近（圖 30 至圖 32）。

合併兩片段的序列資料後，所得到的結果與 cp *trnT-trnF* 序列片段所建構的譜系樹相類似，無論貝葉式導出分析、高度簡約分析或鄰近連接分析中，形態為紅頭玉葉金花分類群自成一群，與菲律賓所產玉葉金花屬植物較為相近，而形態為臺灣玉葉金花分類群的樣本與四國玉葉金花關係相近，其餘形態分類群皆無法分群，與玉葉金花的關係較為相近（圖 33 至圖 35）。

6、討論

本論文以活體形態資料做基礎且認為各前人研究所提出之玉葉金花屬內分類群間的分類特徵相當穩定。臺灣產玉葉金花屬植物以直接觀察所得到的形態資料已足夠支持將本屬植物區分為 6 個分類群的存在，藉由光學顯微鏡及掃描式電子顯微鏡觀察細微構造反而不足以增加更多的形態特徵資料輔助區分各分類群。

在標本烘製的過程當中可能造成形態資料失真而忽略可用來區分各分類群的特徵，如花色不明顯無法觀察。但仍可以利用葉小型，寬度不超過 3 公分，花序或果序為頭狀，果實表面密披毛為毛玉葉金花；葉大型，寬超過 8 公分的標本若採集於蘭嶼，花冠筒長度超過 2 公分，果實具附屬物呈長橢圓形，長度超過 1.5 公分為紅頭玉葉金花；葉大型，寬超過 8 公分的標本採自於臺灣，花冠筒長度短於 2 公分，果實具附屬物呈圓形，長度不超過 1.5 公分為臺灣玉葉金花；葉寬小於 8 公分的標本，葉背毛披物可明顯觀察為紅色者，果實圓形且表面光滑，花冠筒長度不超過 1.5 公分為臺北玉葉金花；葉寬小於 8 公分，葉背毛披物不為紅色，果實長橢圓形且表面具附屬物，花冠筒長度不超過 1.5 公分為玉葉金花；葉寬小於 8 公分，葉背毛披物不為紅色，果實長橢圓形且表面具附屬物，花冠筒長度不超過 1.8 公分為寶島玉葉金花。若標本只有葉特徵則較難以鑑定葉寬小於 8 公分的分類群。

在分子特徵資料中，楊宗愈博士採集編號為 22315 採自大陸雲南的標本在形態資料上經鑑定為大葉玉葉金花 (*Mussaenda macrophylla* Wall.) 無誤，因此其與紅頭玉葉金花在形態特徵 (表 3) 或分子特徵資料皆可被歸為不同分類群，證實本論文之處理。

臺灣玉葉金花分類群在集群分析中可顯見與其他分類群有明顯區隔 (圖 18)，但在對應分析 (圖 19) 中，雖然亦可明顯與其他分類群作區隔，分類群所選標本彼此之間卻沒有相當明顯被區分為同一群，此一結果可能是選用特徵在該分類群內變異程度大所造成。

分子特徵資料分析中則無法提供有效的分類證據區分各分類群的存在，在分子特徵資料分析中以 nrITS 片段與合併 nrITS 和 cp *trnT-trnF* 可得到解析度較好的譜系樹，提供了比 cp *trnT-trnF* 更好的分子證據，但無法與形態特徵資料所提出的各分類群有相同的結果支持臺灣有 6 個分類群的存在，最多支持臺灣產玉葉金花屬植物擁有 4 個不同分類群。雖然分子證據不足以提供良好結果，但可以確定臺灣產玉葉金花屬植物各分類群之間的親緣關係相當接近。且僅分布於蘭嶼的紅頭玉葉金花分類群在分子特徵資料中與臺灣產本屬植物其他分類群有明顯的區隔，更為接近菲律賓產的玉葉金花屬分類群。

臺灣玉葉金花分類群在分子特徵資料上與日本產四國玉葉金花被歸類為同一群，但在初步的野外觀察中發現花色仍略顯不同，臺灣

玉葉金花花色金黃色而四國玉葉金花花色偏黃色，日本眾多文獻或植物圖鑑中記載四國玉葉金花存在於臺灣，然未見牧野富太郎所採集的模式標本前，無法為此兩分類群是否相同做定論，值得做更多探討。

玉葉金花屬植物為舊熱帶地區植物，玉葉金花 (*M. parviflora*) 除分布於臺灣外，日本亦有分布，兩者間在親緣地理上遷徙路徑為可探討之方向。毛玉葉金花 (*M. pubescens*) 廣泛分布於中國華南地區，而臺灣目前所採集標本僅見於南投日月潭周邊，且其他地方仍未見花色黃色，花序密集頂生於枝條頂端接近頭狀花序的毛玉葉金花 (*M. pubescens*) 族群，香港地區則可見兩族群生長於鄰近區域。2004 年張奠湘與鄧小芳曾就大陸地區此白花族群簡單描述後成立一新變種白花玉葉金花 (*M. pubescens* var. *alba* X.F. Deng & D.X. Zhang)，其與臺灣的毛玉葉金花族群的分類地位有需要再比對標本或利用分子證據作進一步確認。在目前未見標本情況下仍然將臺灣的族群處理為毛玉葉金花 (*M. pubescens*)。

分類群處理

Key to *Mussaenda* in Taiwan (for living plant)

1. Tree, more than 5 m tall, fruit more than 1.7 cm in length, only in Lanyu Island2. *Mussaenda kotoensis*
1. Shrubs or climbing shrubs, fruit less than 1.7 cm in length, found throughout the entire island of Taiwan and off-shore islands
 2. Leaves more than 8 cm in width, leaves ovate.....6. *M. taiwaniana*
 2. Leaves less than 8 cm in width, leaves oblong or suboblong
 3. Corolla white, inflorescence closed to head.....4. *M. pubescens*
 3. Corolla golden, yellow or ivory, inflorescence cymes
 4. Corolla tube more than 1.5 cm in length.....1. *M. formosanum*
 4. Corolla tube less than 1.5 cm in length
 5. Corolla golden; glabrous when young, but never with red hairs; white expanded sepals present3. *M. parviflora*
 5. Corolla ivory; red hairs on leaves usually present; white expanded sepals usually absent5. *M. taihokuensis*

Key to *Mussaenda* in Taiwan (for specimen)

1. Leaves more than 8 cm in width, leaves ovate
 2. Corolla tube more than 2 cm in length; fruit ellipsoid, more than 1.5 cm in length.....2. *Mussaenda kotoensis*
 2. Corolla tube less than 2 cm in length; fruit circular, less than 1.5 cm in length.....6. *M. taiwaniana*
1. Leaves less than 8 cm in width, leaves oblong or suboblong
 3. Inflorescence closed to head..... 4. *M. pubescens*
 3. Inflorescence cymes
 4. Corolla tube more than 1.5 cm in length.....1. *M. formosanum*
 4. Corolla tube less than 1.5 cm in length
 5. Fruit circular, glabrous; white expanded sepals present; red hair on the abaxial surface usually present ..5. *M. taihokuensis*
 5. Fruit ellipsoid glabrous; white expanded sepals present; without red hair on the abaxial surface.....3. *M. parviflora*

Taxonomic treatment

1. **Mussaenda formosanum** (Matsum.) T.Y.A. Yang & K.C. Huang,
comb. nov.

Mussaenda parviflora Miq. var. *fomosana* Matsum. Bot. Mag.

(Tokyo) 14: 147. 1900.

Mussaenda pubescens acut. non W.T. Aiton: Matsumura & Hayata,

Enum. Pl. Formosan. 2: 108. 1906; Hayata, Icon. Pl. Formosan. 2:
94. 1912; Sasaki, List Pl. Formos. 383. 1928; Kanehira,
Formosan Trees (rev. ed.) 678. *f.* 628. 1936; Masamune, Short Fl.
Formosa. 204. 1936, A List of Vascular Plants of Taiwan. 116.
1954; Li, Woody Fl. Taiwan 863. *f.* 348. 1963; Chao, Fl. Taiwan
(1st ed.) 4: 311. 1978; Yang, Fl. Taiwan (2nd ed.) 4: 302. *pl.* 136.
1998.

Type specimens: Taiwan: Miaoli Co.: *Honda* 76, 26 Aug. 1897

(Lectotype designated here, TI); Keelung City (Kelung): *T.*

Makino s.n., 4 Nov. 1896 (Syntype, TI); Taichung Township:

Satake s.n., 23 Jan. 1898 (Syntype, TI); Nantou Co.:

Tooseikak, Suisha, Shooshoo-kai, *C. Owatari s.n.*, 6 Jan. 1898

(Syntype, TI); Taitung Co.: Beinan Township, *K. Miyake s.n.*

(Syntype, TI); Kaohsiung City: Lingya Dist. (Lengalyau), *C.*

Owatari 2485, 27 Nov. 1896 (Syntype, TI); Kaohsiung Co.:
Fengshan City (Hong Soang), *C. Owatari* 2487, 27 Nov. 1896
(Syntype, TI).

Scandent pubescent shrubs. Leaves opposite, membranous or papery, oblong, oblong-lanceolate or elliptic, 7-15 cm long, 3-6 cm broad, apex acuminate to acute, base cuneate, pubescent on the both surface, petioles 5-20 mm long, stipules bifid, lobes linear, pubescent, 5-10 mm long. Flowers in terminal or axillary cymes, yellow colour, dioecious; calyx-lobe 5, linear, 3-10 mm long, petaloid elliptic, white to pale green, 3-7 cm long, 2-5 cm broad; corolla tube-like, very slender, 1.5-3 cm long, 2-4 mm in diameter, 5-lobed, throat densely yellowish villous; male flowers: stamens in the mouth of corolla tube, 3 mm long, the rudimentary style 7-10 mm long, 2-lobed; female flowers: style slender, stigma 2-lobed, out of the mouth of corolla tube, ovary 2-celled; the rudimentary stamens inserted near middle of corolla tube. Fruit ellipsoid, with appendix and pubescent on the surface, 10-15 mm long, 5-10 mm in diameter, green to dark green. Seeds many, minute, less than 2 mm long, black, sunken in the surface. Flowering and fruiting in the whole year.

Endemic, common in forest margin at low to medium elevations throughout the entire island.

Specimen examined:

Taiwan: Taipei City: Nankang Dist., Academia Sinica, *T.I. Chuang* 4640, 30 Nov. 1961 (TAI); Taan Dist., NTU Campus, *Y.Y. Tsai* 22, 25 May 1962 (TAI).

Keelung City: Anle Dist., Lake Chingrenhu, alt. 187 m, *T.Y.A. Yang et al.* 19255, 16 May 2007 (TNM).

Miaoli Co.: Sanwan Township, Nanpingchiao, alt. 150-200 m, *C.H. Yu* 680, 12 Aug. 2003 (TAI); Tahu Township (Taiko), *S. Suzuki s.n.*, 27 Nov. 1932 (TAI); Yuanli Township, alt. 50-100 m, *P.F. Lu* 16335, 6 Jul. 2008 (TAIF).

Taichung City: Situn Dist., Tunghai University Campus, alt. 100 m, *T.Y.A. Yang s.n.*, Apr. 1982 (TNM); Peitun Dist., Takeng, alt. 360 m, *K.C. Huang et al.* 480, 15 Dec. 2008 (TNM).

Taichung Co.: Hsinshe Township, alt. 455 m, *C.F. Chen* 2778, 25 Aug. 2007 (TNM); Lungching Township, Prov. #12 Hwy., *Y.W. Wang* 56, 19 May 2007 (TNM); Shenkang Township, alt. 10 m, *G.P. Hsieh* 2821, 27 Aug. 2006 (TNM); Tachia Town, *C. E. DeVol* 8376, 22 Nov. 1975 (TAI); Shihpikeng (Sekikehiko), *Y. Kudo s.n.*, 1 Jul. 1924 (TAI).

Changhua Co.: Mt. Pakwashan, *C.S. Kuoh 1606*, 31 Jul. 1970

(TAI).

Yunlin Co.: Kukeng Township, Huanam Village, Prov. #149 Hwy.

38 Km, alt. 177 m, *K.C. Huang et al. 404*, 9 May 2008 (TNM).

Tainan Co.: Hsinghua Township: Chung-Hsing Unvi. Experimental

Farm, alt. 120 m, *S.C. Hsiao 1377*, 28 Jul. 1995 (TAIF, TNM);

Kuantien Township, alt. 24 m, *T.Y.A. Yang et al., 19811*, 4 Oct.

2007 (TNM).

Kaohsiung Co.: Mt. Hsiaolangshan, *B.L. Shih 2105*, 18 Aug. 1987

(TAIF); Shanping, *C.K. Liou 637*, 29 Jun. 1997 (TAIF).

Pingtung Co.: Checheng Township, Paoli Experimental Forest, alt.

100-200 m, *C.F. Chen 1813*, 7 Sep. 2005 (TAIF); Hengchun Town,

Oluanpi, *S. Sasaki s.n.*, 20 Apr. 1934 (TAI); Machia Township, alt.

470 m, *T.Y.A. Yang et al. 16782*, 21 Jul. 2004 (TNM); Manchou

Township, Stream Lanrenhsi (Lanjanchi), *S.T. Chiu 1569*, 18 Feb.

1993 (TNM), Mt. Nanrenshan, *T.C. Huang et al. 9533*, 5 May 1983

(TAI), 9579, 6 May 1983 (TAI), *K.C. Yang 312*, 14 Feb. 1982 (TAI),

Mt. Laofoshan, alt. 475 m, *T.Y.A. Yang et al. 20214*, 10 May 2008

(TNM); Mutan Township, County #199A Hwy. 24 Km, *S.C. Chen*

s.n., 19 Aug. 2004 (TNM), Mt. Kaoshihfoshan, *T.Y.A. Yang 18252*, 3

Jun 2006 (TNM); Shihtzu Township, Mt. Lilungshan, 700-800 m,

S.W. Chung 4493, 21 Aug. 2001 (TAIF); Wutai Township, Ali to Stream Chiaokuolatzuhsi, alt. 1000-1100 m, *C.C. Wang & C.C. Chen 461*, 21 Aug. 2003 (TAIF).

Hualien Co.: Tungli, *S.Y. Lu 1909*, 18 Jul. 1974 (TAIF).

Taitung Co.: Lutaotownship (Green Island): *S.S. Dai 2005*, 14 Apr. 2007 (TAIF), *C.S. Wu 2199*, 29 Apr. 2005 (TNM), Across Island Trail (Kuoshan Ancient Trail), alt. 200 m, *P.F. Lu 10825*, 26 Nov. 2005 (TAIF), *C.H. Chen et al. 7220*, 27 May 2006 (TNM), Kungkuan, Hot spring, Shihkukou, alt. 84 m, *T.Y.A. Yang et al. 15892*, 2 Jul. 2003 (TNM), Nanlao Village, Across Island Trail, alt. 2 m, *G.P. Hsieh 1574*, 21 Oct. 2004 (TNM); Taitung Cycas Nature Reserve, alt. 300-600 m, *W.L. Chiou & T.T. Lin 13925*, 9 Apr. 1990 (TAIF).

2. ***Mussaenda kotoensis*** Hayata, J. Coll. Sci. Imp. Unvi. Tokyo 30(1): 143. 1911; Icon. Pl. Formosan. 2: 93, *pl. 4* 1912; Kanehira, Formosan Trees 302. 1917, Formosan Trees (rev. ed.) 674, *fig. 626*. 1936; Sasaki, List Pl. Formos. 383. 1928; Masamune, Short Fl. Formosa. 204. 1936, A List of Vascular Plant of Taiwan. 116. 1954.
Mussaenda macrophylla acut. non Wall.: Matsumura, Bot. Mag. (Tokyo) 14: 147. 1900; Matsumura & Hayata, Enum. Pl. Formosan. 188. 1906; Li, Woody Fl. Taiwan 862. 1963; Chao,

Fl. Taiwan (1st ed.) 4: 311. 1978; Yang, Fl. Taiwan (2nd ed.) 4:
302. *pl.* 136. 1998,

Type specimens: Taiwan: Taitung Co.: Lanyu Township

(Kootooshoo), *K. Miyake s.n.*, 22 Nov. 1899 (Holotype: TI!).

Trees, more than 5 m tall; Leaves opposite, membranous, elliptic to broadly elliptic, 10-25 cm long, 9-15 cm broad, apex acuminate to caudate, base cuneate or truncate, glabrous above or thinly hirsute on the midrib and veins on both surface; petioles 2-7 cm long, pubescent; stipules broadly triangular, pubescent outside. Flowers in terminal cymes, orange colour, dioecious; calyx-lobe 5, lanceolate, less than 0.5 cm long, petaloid lobe rhomboid to broadly elliptic, white, 5-12 cm long, 6-11 cm broad, pubescent on the surface; corolla tube tubular, 1.5-2.6 cm long, 5-lobed, densely hirsute outside, throat velutinous; male flowers: stamens in the mouth of corolla tube, 5 mm long, the rudimentary style 7 mm long, 2-lobed; female flowers: style slender, stigma 2-lobed, out of the mouth of corolla tube, ovary 2-celled; the rudimentary stamens inserted near middle of corolla. Fruit ellipsoid with appendix on the surface, olive green, thinly pubescent, 10-20 mm long, 6-10 mm in diameter. Seeds many, minute, 2 mm long, black, sunken in the surface. Flowering in March to September, fruiting in August to March.

Endemic, in forest margin of Lanyu Island.

Specimens examined:

Taiwan: Taitung Co.: Lanyu Township: *C.E. Chang* 2985, 24 Apr. 1962 (TAIF, TAI), *Y. Yamamoto s.n.*, 5 Jun. 1947 (TAI), *S. Sasaki s.n.*, 7 Feb. 1920 (TAI), *G. Masamune* 3880, 5 May 1943 (TAI), *T.C. Huang & M.T. Kao* 5389, 7 Aug. 1970 (TAI), *U. Mori* 2614, 15 Apr. 1907 (TAIF), *U. Mori s.n.*, 15 Apr. 1907 (TAIF), *T. Kawakami & S. Sasaki s.n.*, Jul. 1907 (TAIF), *S. Sasaki s.n.*, 10 Feb. 1920 (TAIF), *T.C. Huang & M.T. Kao* 5389, 7 Aug. 1970 (TAI); Mt. Shantienshan (Mt. Yamada), *T. Sata* 1722, 19 Jul. 1932 (TAI); Hongtou Village, Stream Hungtoushi (Kotokei) *C.C. Hsu s.n.*, 26 Aug. 1968 (TAI), alt. 200-400 m, *C.C. Hsu s.n.*, 26 Aug. 1968 (TAI); Langtao Village, County #80 Hwy. 7 Km, alt. 32 m, *T.Y.A. Yang et al.* 17757, 29 Oct. 2005 (TNM), 17905, 25 Apr. 2006 (TNM), 18575, 17 Sep. 2006 (TNM), 19304, 5 Apr. 2007 (TNM), Mt. Chientushan, alt. 150 m, *T.Y.A. Yang & C.C. Yen* 8168, 26 Apr. 1997 (TNM); Yehyu Village, *K.C. Huang et al. s.n.*, 6 Apr. 2007 (TNM), Mt. Hongtoushan, alt. 100 m, *T.Y.A. Yang et al.* 8080, 24 Apr. 1997 (TNM), alt. 119 m, *T.Y.A. Yang* 17267, 27 Mar. 2005 (TNM), alt. 180 m, *T.Y.A. Yang* 10552, 29 Jun. 1998 (TNM), alt. 344 m, *T.Y.A. Yang* 16266, 5 Apr.

2004 (TNM); Tungching Village, Yunghsing Farm, alt. 20 m, *S.T.*

Chiu 4198, 30 Apr. 1997 (TNM).

3. **Mussaenda parviflora** Miq., *Ann. Mus. Bot. Lugduno-Batavi* **3**: 110.

1867; Matsumura & Hayata, *Enum. Pl. Formosan.* **2**: 108. 1906.

Sasaki, *List Pl. Formos.* 383. 1928; Kanehira, *Formosan Trees* 302.

1917, *Formosan Trees* (rev. ed.) 674, *f.* 627. 1936; Masamune, *Short*

Fl. Formosa. 116. 1936; Li, *Woody Fl. Taiwan* 862. 1963; Chao, *Fl.*

Taiwan (1st ed.) 4: 311. 1978.

Scandent pubescent shrubs. Leaves opposite, membranous or papery, oblong, oblong-lanceolate or elliptic, 10-18 cm long, 5-8 cm broad, apex acuminate to acute, base cuneate, pubescent on the abaxial veins, petioles 5-20 mm long, stipules bifid, lobes linear, pubescent, 5-10 mm long. Flowers in terminal or axillary cymes, golden colour, dioecious; calyx-lobe 5, linear, 3-8 mm long, petaloid elliptic, white, 3-7 cm long, 2-5 cm broad; corolla tube funnellform, 1-1.5 cm long, 5 mm in diameter, thinly pubescent or subglabrous outside, 5-lobed, throat densely yellowish villous; male flowers: stamens in the mouth of corolla tube, 3 mm long, the rudimentary style 5-7 mm long, 2-lobed; female flowers: style slender, stigma 2-lobed, out of the mouth of corolla tube, ovary 2-celled; the rudimentary stamens inserted near middle of corolla tube. Fruit

ellipsoid with appendix on the surface, 10-20 mm long, 5-10 mm in diameter, green to dark green. Seeds many, minute, less than 2 mm long, black, sunken in the surface. Flowering in March to July, fruiting in June to December.

Distributed in Japan and Taiwan. In Taiwan, at low elevations in forest margin of southeast of this island and Lanyu Island.

Specimen examined:

Taiwan: Pingtung Co.: Mancohu Township: Mt. Laofoshan, *T.Y.A. Yang et al. 17427*, 16 Apr. 2005 (TNM); Mt. Nanjenshan, alt. 250 m, *T.Y.A. Yang et al. 11804*, 7 Apr. 1999 (TNM); Shihtzu Township: Hsuhai to Shouka, Prov. #199 Hwy. 8 Km, alt. 380 m, *S.M. Liu 119*, 6 Dec. 1995 (TNM).

Taitung Co.: Lanyu Township: *Y.H. Huang & Liu s.n.*, 18 Apr. 1990 (TNM), *S.Y. Lu 18434*, 21 Feb. 1986 (TAIF); Yehyu Village, Pond Hsiaotienchih, *T.Y.A. Yang et al. 6652*, 28 May 1996 (TAIF, TNM), Around Island Highway to Tienchih, *M.J. Jung 2597*, 26 Mar. 2008 (TAIF), Yehyu stream, *T. Hosokawa 9882*, 19 Mar. 1943 (TAI); Mt. Tashenshan, *T. Shikano s.n.*, 10 Jul 1935 (TAI), Hongtuo, *S.F. Huang 2698*, 1 Apr. 1985 (TAI), Hongtuo to Tienchih, alt. 50-300 m, *S.F. Huang & Y.C. Hsu 4704*, 14 Apr. 1992 (TAI), alt. 80 m, *T.Y.A.*

Yang 14637, 7 Apr. 2002 (TNM), alt. 200 m, *Y.S. Liang 702*, 4 Apr. 2006 (TNM), alt. 134 m, *T.Y.A. Yang et al. 17929*, 25 Apr. 2006 (TNM); Hongtou Village, on the way to Pond Tienchi, alt. 191 m. *T.Y.A. Yang et al. 20525*, 10 Aug. 2008 (TNM), Pond Tienchih, *T.Y.A. Yang et al. 28*, Mar. 2005 (TNM), *T.Y.A. Yang 1408*, 1 Apr. 1985 (TNM), County #80 Hwy. 26.2 Km, alt. 40 m, *T.Y.A. Yang 17918*, 25 Apr. 2006 (TNM), alt. 340 m, *T.Y.A. Yang et al. 19967*, 17 Dec. 2007 (TNM), alt. 150 m, *T.Y.A. Yang 17502*, 26 Jun. 2005 (TNM); County #81 Hwy., *T.Y.A. Yang et al. 17347*, 28 Mar. 2005 (TNM), *T.Y.A. Yang 11890*, 4 May 1999 (TNM); Yehyu Village, Pond Hsiaotienchi, alt. 150 m, alt. 130-150 m, *T.Y.A. Yang & C.H. Chu 7963*, 21 Apr. 1997 (TNM), alt. 180 m, *T.Y.A. Yang 13046*, 27 Mar. 2000 (TNM).

Japan: Pref. Kagoshima: River Kawauchi-gawa, Sumiyo-cho Kawauchi, Amami Is., Pref. Kagoshima, *G. Kokubugata 9510*, 19 May 2007 (TNM); En forest-road, Tatsugo cho, Amami Is. Kagoshima, alt. 140 m, *G. Kokubugata 9561*, 21 May 2007 (TNM); Amami Is., Nishinakama to Higashinakama, *S. Saito 1588*, 15 Nov. 1927 (TNM); Okinawa: Is. Yonaguni, *Y. Shimada s.n.*, Oct. 1922 (TAIF); Is. Ishigakijima, alt. 180-526 m, *Y.P. Cheng 3949*, 30 Jun 2001 (TAIF); **Ryukyus:** Okinawa, Aha, Route 70. 26 Km, alt. 166 m, *T.Y.A. Yang & G. Kokubugata 16604*, 24 May 2004 (TNM),

Nago-dake, alt. 211 m, *T.Y.A. Yang & G. Kokubugata 16635*, 25 May 2004 (TNM), Kunigami Village, Uka, alt. 140 m, *T.Y.A. Yang & G. Kokubugata 16525*, 23 May 2004 (TNM), Nishime-dake, alt. 362 m, *T.Y.A. Yang & G. Kokubugata 16570*, 23 May 2004 (TNM).

4. **Mussaenda pubescens** W.T. Aiton, Hort. Kew. (ed. 2), 1: 372. 1810; Forbes & Hemsley, Index Fl. Sinensis 379. 1888.

Type specimens: China: Guangdong Province, *W. Kerr. s.n.*

(Holotype: BM!)

Mussaenda albiflora Hayata, Icon. Pl. Formosan. 9: 56. 1920;

Sasaki, List Pl. Formos. 383. 1928; Masamune, Short Fl.

Formosa. 204. 1936; Kanehira, Formosan Trees (rev. ed.) 673.

1936.

Type specimens: Taiwan: Nantou Co., Shuishe (Shisha), *B.*

Hayata & S. Sasaki s.n., Jul. 1912 (Syntype?: TAIIF!), Shuishe

(Shisha), *B. Hayata s.n.*, May 1912 (Isotype, Holotype: TI!).

Scandent pubescent shrubs. Leaves opposite, membranous or papery, oblong, elliptic or oblong-lanceolate, 4-6 cm long, 2-3 cm broad, apex acuminate to acute, base cuneate, pubescent on the both surface, petioles less than 1 cm long, stipules bifid, lobes linear, pubescent, 5-10 mm long. Flowers in terminal cymes without pedicle,

yellow or white color, dioecious; calyx-lobe 5, linear, 3-10 mm long, petaloid elliptic, white, 2-3 cm long, 1.5-3 cm broad; corolla tube funnelform, 1.3-1.8 cm long, 2-4 mm in diameter, 5-lobed, throat densely white villous; male flowers: stamens in the mouth of corolla tube, 2 mm long, the rudimentary style 7-10 mm long, 2-lobed; female flowers: style slender, stigma 2-lobed, out of the mouth of corolla tube, ovary 2-celled; the rudimentary stamens inserted near middle of corolla tube. Fruit ellipsoid with appendix on the surface, 10 mm long, 5-10 mm in diameter, green. Seeds many, minute, less than 2 mm long, black. Flowering in April to June, fruiting in June to August.

Distributed in China and Taiwan. In Taiwan, only in Nantou County, in forest margin around the Sun Moon Lake.

Specimen examined:

Taiwan: Nantou Co.: Yuchih Township: Mt. Maolanshan to Sun

Moon Lake, *Y. Kudo & Sasaki S. 15190*, 17 Sep. 1929 (TAI);

Yuchih Township: Sun Moon Lake, *K.C. Huang & C.H. Chen 486*, 1

Jul. 2008 (TNM), alt. 800 m, *C.H. Chen & C.M. Wang 9421*, 20 Aug.

2009 (TNM), alt. 762 m, *C.M. Wang & K.C. Chang 12997*, 9 Jun.

2009 (TNM), alt. 813 m, *C.M. Wang & K.C. Chang 12990*, 9 Jun.

2009 (TNM), alt 765 m, *C.H. Chen 8778*, 13 Jun. 2008 (TNM), alt

765 m, *C.H. Chen 8796*, 13 Jun. 2008 (TNM), alt. 800 m, *C.H. Chen 8810*, 1 Jul. 2008 (TNM); Mingtan Reservoir, *K.C. Huang & C.H. Chen 483*, 1 Jul. 2008 (TNM); Tunnel Mingtan, alt. 779 m, *T.Y.A. Yang et al. 21780*, 23 Apr. 2009 (TNM), alt. 764 m, *T.Y.A. Yang et al. 20911*, 3 Oct. 2008 (TNM), alt. 772 m, *T.Y.A. Yang et al. 20417*, 2 Jul. 2008 (TNM)

5. **Mussaenda taihokuensis** Masam., *Trans Nat. Hist. Soc. Formosa* 29: 179. 1939.

Type specimens: Taiwan: Keelung City (Kiirun), Tienliaokang (Denryoko), *Y. Yamamoto s.n.*, 1 May 1931 (Isotype: TAI!).

Scandent pubescent shrubs. Leaves opposite, membranous or papery, oblong, oblong-lanceolate or elliptic, 8-12 cm long, 3-6 cm broad, apex acuminate to acute, base cuneate, pubescent with red hair on the abaxial veins, petioles 5-20 mm long, stipules bifid, lobes linear, pubescent, 5-10 mm long. Flowers in terminal cymes, ivory color, dioecious; calyx-lobe 5, linear, 5-8 mm long, petaloid usually absence, elliptic, white, 2-3 cm long, 1-2 cm broad; corolla tube funnelform, 1-1.8 cm long, 5 mm in diameter, thinly pubescent or subglabrous outside, 5-lobed, throat densely yellowish villous; male flowers: stamens in the mouth of corolla tube, 3 mm long, the rudimentary style 5-7 mm long, 2-lobed; female flowers: style

slender, stigma 2-lobed, out of the mouth of corolla tube, ovary 2-celled; the rudimentary stamens inserted near middle of corolla tube. Fruit circular, glabrous, close to 10 mm long, 10 mm in diameter, green to dark green. Seeds many, minute, less than 2 mm long, black, sunken in the surface. Flowering in April to July, Fruiting in June to November.

Endemic, common in forest margin at low to medium elevations throughout the entire island.

Specimens examined:

Taiwan: Taipei City: Shinlin Dist. Mt. Yangmingshan, *S.T. Chiu & S.J. Chen 1241*, 20 Nov. 1992 (TNM), *C.C. Hsu 3009*, 7 May 1967 (TAI), *T.C. Huang 9728*, 21 Jul 1983 (TAI); Matsao, Yangmingshan National Park, alt. 350 m, *T.Y.A. Yang 9700*, 19 Nov. 1997 (TNM); Pond Chitsuhu (Chu-tze hu), *T.C. Huang 2437*, 4 Jul. 1961 (TAI); Pond Menghuanhu (Mon-fun-hu) to Mt. Yangmingshan, *K.C. Yang 485*, 22 Jul. 1982 (TAI); Muchi, *C.L. Huang 10*, 15 Apr. 1978 (TAI); Mt. Tatungshan to Hsinpeitou, alt. 600 m, *C.M. Kuo 9041*, 19 Oct. 1977 (TAI).

Taipei Co.: Sanchi Township: Mt. Hsiaokuanyinshan, *H. Simizu s.n.*, Apr. 1937 (TAI); Pinglin Township, Niuliao, alt. 488 m, *C.M. Wang*

et al. 7098, 16 Jul. 2003 (TNM); Rueifang Town, Shumei, County #102 Hwy. 18.5 Km, alt. 630 m, *T.Y.A. Yang et al.* 13864, 5 Aug. 2001 (TNM); Sansia Town, Mt. Peichatienshan, alt. 1000-1350 m, *P.F. Lu* 15896, 11 May 2008 (TAIF), *T.Y.A. Yang* 1952, 24 May 1985 (TNM); Shihting Township, Shihting, *T.C. Huang* 2375, 28 May 1961 (TAI), Huangtidien, *S.H. Yang* 33, 12 May 1984 (TAI), alt. 500 m, *T.T. Chen* 8222, 12 May 1997 (TAIF), *Group 4 Sophomore* 103, 14 May 1988 (TAI), *L.F. Huang* 33, 2 Nov. 1992 (TAI); Wulai Township, Hsiao, alt. 300 m, *C.M. Wang & C.Y. Li*, 28 Aug. 1994 (TNM), County #107 Hwy., alt. 300-400 m, *C.C. Wang et al.* 364, 22 Jul. 2003 (TAIF); Mt. Chihaingsan, *C.C. Chuang* 2790, 6 May 1964 (TAIF); Mt. Shuchuangloushan, *J.M. Chen s.n.*, 17 Oct. 2002 (TAIF).

Keelung City: Keelung (Kiirun), *T. Suzuki* 6680, 8 May 1932 (TAI), *S. Sasaki s.n.*, 3 May 1931 (TAI).

Ilan Co.: Wushiipi, *C.M. Wang s.n.*, 5 Aug. 1992 (TNM); Peikuan, *C.M. Wang s.n.*, 5 Aug. 1992 (TNM); Mt. Fushan, alt. 500-600 m, *P.H. Lee et al.* 1704, 11 May 2002 (TAIF), *T.Y.A. Yang et al.* 11952, 16 May 1999 (TNM).

Taoyuan Co.: Lofu to Paling, Prov. #9 Hwy., alt. 400-600m, *J.C. Wang & C.H. Chen* 10467, 14 Aug. 1997 (TNM).

Hsinchu Co.: Mt. Wuchihshan, alt. 600-900 m, *P.F. Lu 14675*, 20 Oct. 2007 (TAIF); Chutung Town, Shangpingkou, alt. 200 m, *S.F. Huang 4589*, 7 May 1991 (TAI).

Miaoli Co.: Wenshui to Chinan, alt. 500 m, *W.T. Jang s.n.*, 22 Dec. 1990 (TNM); Prov. #49 Hwy., *C.Y. Lu 34*, 29 May 2003 (TNM).

Taichung Co.: Mt. Anmashan, Tashushan Logging Station, *T.S. Liu s.n.*, 9 Oct. 1957 (TAI).

Nantou Co.: Guoxing Township, Huisun Forest Station, alt. 900 m, *C.M. Wang 4130*, 12 May 2000 (TAIF); Yuchih Township, Lienhuachi (Rengechi), *S. Suzuki & S. Hioino s.n.*, 17 Jul. 1936 (TAI); Renai Township: Taichien Forest Road, alt. 1132 m, *C.H. Chu 13*, 26 Apr. 2006 (TNM).

Chiayi Co.: Chuchi Township, Fencihu (Bankiko), alt. 1500 m, *U. Faurie 256*, May 1914 (BM).

Pingtung Co.: Chunri Township: Tahan Forest Trail, alt. 800-1000 m, *S.J. Yang 27534*, 20 Dec. 1996 (TNM); Machia Township, Mt. Chenlishan, alt. 1012 m, *T.Y.A. Yang 16521*, 13 May 2004 (TNM).

Hualein Co.: Hsiulin Township, Yenhai Forest Road, alt. 400-500 m, *C.H. Chen & C.H. Chu 6397*, 21 Apr. 2005 (TNM), en route from

Chilai, through Tienchang tunnel to Panshih, alt. 1400 m, *C.C. Liao et al.* 1477, 24 May 1993 (BM).

Taitung Co.: Tunghe Township: Mt. Tulanshan, 400 m, *S.Y. Chung* 5794, 8 May 2002 (TAIF); Yenping Township, Yenping Forest Road. ca. 9 Km of the Check Point, alt. 1000 m, *S.C. Hsiao* 1259, 18 May 1995 (TNM, PE, KYO).

6. ***Mussaenda taiwaniana*** Kaneh., *Formosan Trees* 303. 1917; Hayata, *Icon. Pl. Formosan.* 8: 38. 1919; Kanehira, *Formosan Trees* (rev. ed.) 674, *fig.* 626. 1936; Sasaki, *List Pl. Formos.* 383. 1928; Masamune, *Short Fl. Formosa.* 204. 1936, *A List of Vascular Plants of Taiwan.* 117. 1954; Li, *Woody Fl. Taiwan* 863. 1963; Chao, *Fl. Taiwan* (1st ed.) 4: 313. 1978.

Type specimens: Taiwan: Nantou Co., Puli Town (Horisha), *R.*

Kanehira s.n., Jul. 1916 (Syntype, TAIF!).

Shrub, erect in the young, branchlets pubescent. Leaves opposite, membranous, ovate to diamond, 10-20 cm long, 8-13 cm board, apex acuminate to caudate, base cuneate, glabrous above, thinly pubescent on the midrib and veins on both surface; petioles less than 2 cm long, pubescent; stipules broadly triangular, pubescent outside. Flowers in terminal cymes, golden colour, dioecious; calyx-lobe 5, lanceolate, close to 1 cm long, petaloid lobe rhomboid to broadly elliptic, white,

2-5 cm long, 2-5 cm broad, pubescent on the surface; corolla tube funnellform, 1-1.5 cm long, 5 mm in diameter, 5-lobed, thinly pubescent or subglabrous outside, throat velutinous; male flowers: stamens in the mouth of corolla tube, 3 mm long, the rudimentary style 5 mm long, 2-lobed; female flowers: style slender, stigma 2-lobed, out of the mouth of corolla tube, ovary 2-celled; the rudimentary stamens inserted near middle of corolla tube. Fruit circular, with appendix on the surface, dark green, thinly pubescent, 10-12 mm long, 6-10 mm in diameter. Seeds many, minute, black, sunken in the surface, close to 2 mm long. Flowering in April to June, fruiting in July to October.

Endemic, only in forest margin at the low elevations in Hsinchu and Nantou Counties.

Taiwan: Hsinchu Co.: Chienshih Township, County #62 Hwy., alt. 600-650 m, *C.H. Chen* 8226, 5 Jul. 2007 (TNM), alt. 930 m, *C.M. Wang & K.C. Chang* 12053, 11 Jul. 2008 (TNM).

Nantou Co.: Puli Town: alt. 496 m, *C.M. Wang & K.C. Chang* 13001, 9 Jun. 2009 (TNM), alt. 588 m, *C.M. Wang & K.C. Chang* 12989, 9 Jun. 2009 (TNM), alt. 487 m, *T.Y.A. Yang et al.* 22439, 6 Oct. 2009 (TNM), , alt. 516 m, *T.Y.A. Yang, S.C. Chen & K.C. Huang* 22435, 6 Oct. 2008 (TNM), alt. 490 m, *T.Y.A. Yang, S.C.*

Chen & K.C. Huang 22432, 6 Oct. 2008 (TNM), alt. 450 m, *C.H.*

Chen & C.M. Wang 9418, 20 Aug. 2009 (TNM), alt. 489 m, *C.M.*

Wang & K.C. Chang 13003, 10 Jun. 2009 (TNM), alt. 521 m, *C.M.*

Wang & K.C. Chang 13000, 9 Jun. 2009 (TNM); Yuchih Township,

Sun Moon Lake, alt. 800 m, *C.H. Chen & C.M. Wang 9426*, 20 Aug.

2008 (TNM).

參考文獻

- 張坤城、王志強。2009。台灣玉葉金花再發現。自然保育季刊。第 66 期。42-45。
- 黃增泉。1993。植物分類學—臺灣維管束植物科誌。國立編譯館。397-399。
- 鄭喬尹。2007。臺灣產玉葉金花屬植物之親緣關係與生殖生物學研究。國立台灣大學生命科學院生態學與演化生物學研究所碩士論文。
- 鄧小芳、張奠湘。2004。玉葉金花一新變種。熱帶亞熱帶植物學報。第 12 卷。476。
- 劉業經、呂福原、歐辰雄。1994。臺灣樹木誌。國立中興大學農學院出版委員會。742-744。
- 羅獻瑞。1999。中國植物誌。第 71 卷第 1 分冊。北京。科學出版社。283-306。
- Aiton, W. T.** 1810. Hortus Kewensis (ed. 2), 1: 372-373.
- Alejandro, G.D., Razafimandimbison, S.G. and Liede-Schumann, S.** 2005. Polyphyly of *Mussaenda* inferred from ITS and *trnT-F* data and its implication for generic limits in Mussaendae (Rubiaceae). American Journal of Botany 92: 544-557.
- Angiosperm Phylogeny Group** 1998. An ordinal classification for the

families of flowering plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 85: 531-553.

Angiosperm Phylogeny Group II 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141: 399-436.

Angiosperm Phylogeny Group III 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105-121.

Borges, R.M., Gowda, V. and Zacharias, M. 2003. Butterfly pollination and high-contrast visual signals in low-density distylous plant. *Oecologia* 136: 571-573.

Chao, J.M. 1978. *Mussaenda* In H. L. Li *et. al.* (eds.), *Flora of Taiwan*. 1st ed. Vol. 4. Epoch Publishing Co. Ltd., Taipei, Taiwan. 310-313.

Erdtman, G. 1952. *Pollen Morphology and Plant Taxonomy*. The Chronica Botanica Co. Waltham, Mass., USA. 539.

Forbes, F. B. and Hemsley, W. B. 1888. *Index florae Sinensis*. The Journal of the Linnean Society, Botany 23: 379.

Huelsenbeck, J.P. and Ronquist, F. 2001. Mr.Bayes: Bayesian inference of phylogeny. *Bioinformatics* 17: 754-755.

Hayata, B. 1911. Materials for a flora of Formosa. *Journal of the College*

of Science, Imperial University of Tokyo. 30: 143-145.

Hayata, B. 1912. *Icones Plantarum Formosananarum*. Bureau of Productive Industries, Government of Formosa, Taihoku, Formosa. 2: 92-94.

Hayata, B. 1919. *Icones Plantarum Formosananarum*. Bureau of Productive Industries, Government of Formosa, Taihoku, Formosa. 8: 38.

Hayata, B. 1920. *Icones Plantarum Formosananarum*. Bureau of Productive Industries, Government of Formosa, Taihoku, Formosa. 9: 56-57.

Henry, A. 1896. A list of the plants from Formosa with some preliminary remarks on the geography, nature of the flora and economic botany of the island. *Transactions of the Asiatic Society, Japan* 24: 50.

Kanehira, R. 1917. *Formosan Tree*. Department of Forestry, Government of Formosa, Taihoku, Formosa. 303.

Kanehira, R. 1936. *Formosan Tree*. rev. ed. Department of Forestry, Government of Formosa, Taihoku, Formosa. 673-676.

Li, H.L. 1963. *Woody Flora of Taiwan*. New Land Press, Taipei, Taiwan. 862-863.

Linnaeus, C. 1753. *Species Plantarum* 1: 133.

Masamune, G. 1936. *Short Flora of Formosa*. Kudoa. Taipei. Taiwan. 204.

Masamune, G. 1939. Miscellaneous notes on the flora of eastern asia X. *Transactions, Natural History Society of Formosa* 29: 179-180.

Masamune, G. 1954. *A List of Vascular Plants of Taiwan*.

- Hokurikunoshoku Butzunokai Press, Kanazawa, Japan. 116-117.
- Matsumura, J.** 1900. Notulae ad Plantas Asiaticas Orientales. Botanical Magazine, Tokyo 14: 145-147.
- Matsumura, J. and Hayata, B.** 1906. Enumeratio Plantarum Formosanarum. Journal of the College of Science, Imperial University of Tokyo 22: 188.
- Miquel, F. A. W.** 1867. Prolusio florae Iaponicae. Annales Musei Botanici Lugduno-Batavi 3: 110.
- Nakai, A. and Kato, M.** 1999. Pollination system and evolution of dioecy from distyly in *Mussaenda parviflora* (Rubiaceae). Plant Species Biology 14: 217-227.
- Pathan, A.K., Bond, J. and Gaskin, R.E.** 2008. Sample preparation for scanning electron microscopy of plant surfaces—Horses for courses. Micron 39: 1049-1061.
- Pope, M. and Oxelman, B.** 2001. Inferring the history of the polyphyly *Saline aegaea* (Caryophyllaceae) using plastid and homoeologous nuclear DNA swquences. Molecular Phylogenetics and Evolution 20: 474-481.
- Posada, D. and Crandall, K.A.** 1998. ModelTest: Testing the model of DNA substitution. Bioinformatics 14: 817-818.
- Posada, D. and Buckley, T.R.** 2004. Model selection and model averaging in phylogenetics: advantages of the AIC and Bayesian

approaches over likelihood ratio tests. *Systematic Biology*. 53:
793-808.

Romesburg, H.L. 2004. *Cluster analysis for researcher*. Lulu Press.
North Carolina. USA.

Sasaki, S. 1928. List of plants of Formosa. The Natural History Society
of Formosa. 383.

Swofford, D.L. 2002. PAUP*. Phylogenetic analysis using parsimony
(and other methods). In Sinauer Associates Inc., Sunderland,
Massachusetts, USA.

Taberlet, P., Gielly, L., Pautou, G. and Bouvet, J. 1991. Universal
primers for amplification of three non-coding regions of chloroplast
DNA. *Plant Molecular Biology* 17: 1105-1109.

Yang, T. Y. Aleck. 1998. *Mussaenda* In Huang T. C. *et. al.* (eds.), Flora of
Taiwan. 2nd ed. Vol. 4. Department of Botany, NTU, Taipei, Taiwan.
301-303.

表目次

表 1：臺灣產玉葉金花屬 (<i>Mussaenda</i> L.) 植物之分類歷史簡表.....	57
表 2：集群分析 (Cluster analysis) 所選用特徵矩陣.....	58
表 3：聚合酶連鎖反應中用以來放大特定基因片段的引子序列.....	59
表 4：大葉玉葉金花 (<i>M. macrophylla</i>) 與紅頭玉葉金花 (<i>M. kotoensis</i>) 主要區分特徵比較.....	60
表 5：短花冠筒分類群中主要鑑別特徵區分表.....	61
表 6：毛玉葉金花 (<i>Mussaenda pubescens</i>) 與水社玉葉金花 (<i>M. albiflora</i>) 特徵比較.....	62
表 7： <i>Mussaenda parviflora</i> var. <i>formosana</i> 與臺灣產玉葉金花疑問種 (<i>Mussaenda</i> sp.) 特徵比較.....	63
表 8：原稱毛玉葉金花 (<i>Mussaenda pubescens</i> W.T. Aiton) 分類群內 主要鑑別特徵區分表.....	64
表 9：玉葉金花屬內 4 分類群花粉粒特徵比較表.....	65
表 10：掃瞄式電子顯微鏡 (SEM) 所觀察玉葉金花屬內各分類群形 態特徵比較.....	66
表 11：臺灣產 6 個玉葉金花屬分類群內主要鑑別特徵區分表.....	67
表 12：自 GenBank 下載與玉葉金花屬相關分類群的基因序列序號及 標本採集地點.....	68
表 13：使用聚合酶連鎖反應後所增幅的玉葉金花 DNA 基因片段..	70

表 1：臺灣產玉葉金花屬 (*Mussaenda* L.) 植物分類歷史整理 (粗體為新發表物種；*為新紀錄物種；→ 表示處理成同物異名)。

1888	1896	1900	1906	1911	1912	1917	1920	1928	1936
F. B. Forbes & W. B. Hemsley	A. Henry	J. Matsumura	J. Matsumura & B. Hayata	B. Hayata	B. Hayata	R. Kanehira	B. Hayata	S. Sasaki	G. Masamune
<i>M. glabra</i> *	<i>M. glabra</i>								
<i>M. pubescens</i> *			<i>M. pubescens</i>		<i>M. pubescens</i>			<i>M. pubescens</i>	<i>M. pubescens</i>
		<i>M. macrophylla</i> *	<i>M. macrophylla</i>	<i>M. kotoensis</i>	<i>M. kotoensis</i>			<i>M. kotoensis</i>	<i>M. kotoensis</i>
		<i>M. parviflora</i> *	→ <i>M. parviflora</i>		<i>M. parviflora</i>			<i>M. parviflora</i>	<i>M. parviflora</i>
		<i>M. parviflora</i> var. <i>formosana</i>							
						<i>M. taiwaniana</i>		<i>M. taiwaniana</i>	<i>M. taiwaniana</i>
						<i>M. albiflora</i>	<i>M. albiflora</i>	<i>M. albiflora</i>	<i>M. albiflora</i>

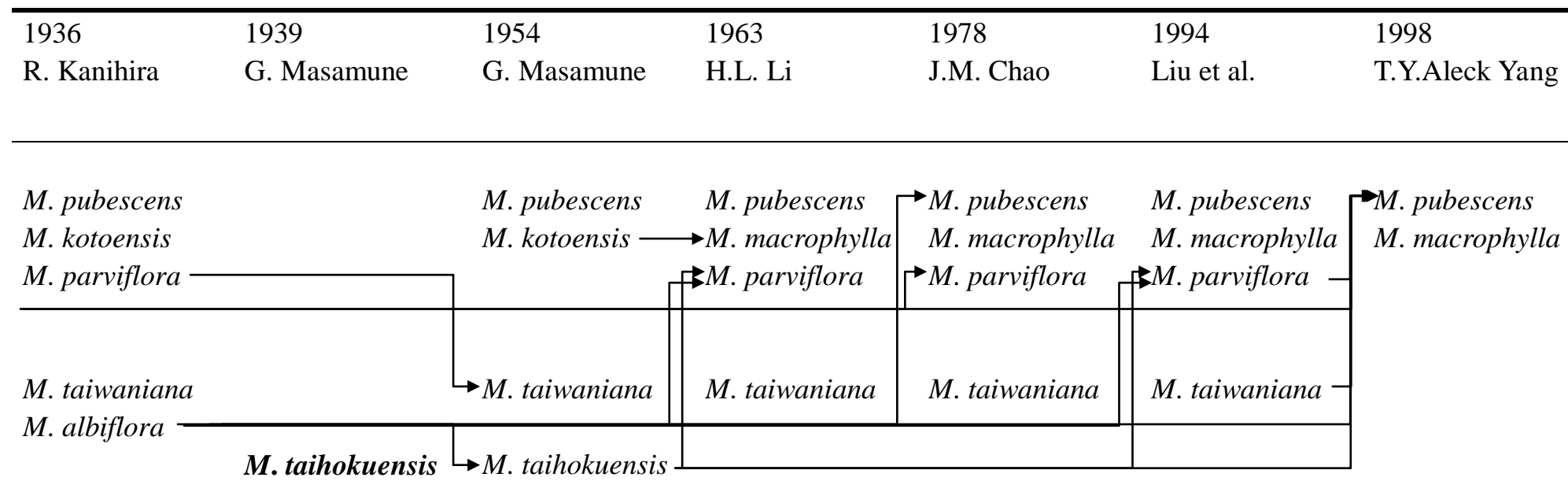


表 2：集群分析 (Cluster analysis) 所選用特徵矩陣

Taxa	Characters	Habitat	Length of leaf	Width of leaf	Leaf shape	Diameter of corolla	Length of corolla tube	Color of corolla	Pubescent of abaxial	Inflorescence	With petaloid, length of petaloid	Length of calyx	Calyx shape
		Shrubs 1	10-15 cm	>8 cm 3	Broadly	<1 cm 1	>2 cm 3	Golden 1	Pale green 1	Cymes 1	>6 cm 1	<1 cm 1	Lanceolate 1
		Scandent	1	3-8 cm 1	elliptic 1	>1 cm 2	1-2 cm 1	Orange 2	Red 2	Close to head 2	<6 cm 2	>1 cm 2	Linear 2
		shtubs 2	5-10 cm 2	< 3 cm 2	Oblong 2		<1 cm 2	Ivory 3			Without petaloid 3		
		Tree 3	>15 cm 3					White 4					
								Yellow 5					
<i>M. kotoensis</i>	Yang 17757	3	3	3	1	2	3	2	1	1	1	1	1
<i>M. kotoensis</i>	Yang 8080	3	3	3	1	2	3	2	1	1	1	2	1
<i>M. pubescens</i>	W12997	2	2	2	2	1	1	4	1	2	2	1	2
<i>M. pubescens</i>	Yang 22167	2	2	1	2	1	1	4	1	2	2	1	2
<i>M. formosanum</i>	HML 270	2	1	1	2	1	1	5	1	1	2	1	2
<i>M. formosanum</i>	CY Lu 36	2	2	1	2	1	1	5	1	1	2	1	2
<i>M. formosanum</i>	THU team	2	2	1	2	1	1	5	1	1	2	1	2
	9104042												
<i>M. formosanum</i>	CY Lu 38	2	1	1	2	2	3	5	1	1	2	1	2
<i>M. formosanum</i>	Yang 21001	2	2	1	2	1	3	5	1	1	2	1	2
<i>M. formosanum</i>	Yang 21790	2	1	1	2	1	3	5	1	1	2	1	2
<i>M. formosanum</i>	Yang 21789	2	2	1	2	1	3	5	1	1	2	1	2
<i>M. formosanum</i>	GP Hsieh	2	2	1	1	1	1	5	1	1	2	1	2
	2821												
<i>M. formosanum</i>	Yang 18252	2	1	1	2	2	1	5	1	1	1	1	2
<i>M. taiwaniana</i>	W13003	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1
<i>M. taiwaniana</i>	W13001	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
<i>M. taiwaniana</i>	W12053	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1
<i>M. parviflora</i>	HM Su 46	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2
<i>M. parviflora</i>	Yang 17347	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2
<i>M. parviflora</i>	YS Liang	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2
<i>M. parviflora</i>	Yang 9937	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2
<i>M. parviflora</i>	Yang 17918	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2
<i>M. taihokuensis</i>	Yang 15764	2	1	1	2	1	1	3	2	1	3	1	2
<i>M. taihokuensis</i>	Yang 13610	2	1	1	2	1	1	3	2	1	3	1	2
<i>M. taihokuensis</i>	Yang 13151	2	1	1	2	1	1	3	2	1	3	1	2
<i>M. taihokuensis</i>	W7367	2	1	1	2	1	1	3	2	1	3	1	2
<i>M. taihokuensis</i>	Yang 1637	2	1	1	2	1	2	3	2	1	3	1	2
<i>M. taihokuensis</i>	WP Leu s.n.	2	1	1	2	1	1	3	2	1	3	1	2

表 3：聚合酶連鎖反應中用以來放大特定基因片段的引子序列

放大區域	引子	序列 (5'-3')	TM (°C)	Direction	Reference
nrITS	P17F	CTA CCG ATT GAA TGG TCC GGT GAA	60.7	Forward	Popp & Oxelman, 2001
	26S-82R	TCC CGGTTC GCT CGC CGT TAC TA	65.2	Reverse	Popp & Oxelman, 2001
cp <i>trnT-trnF</i>	<i>trnC</i>	CGA AAT CGG TAG ACG CTA CG	60.5	Forward	Taberlet et. al., 1990
	<i>trnF</i>	ATT TGA ACT GGT GAC ACG AG	47.1	Reverse	Taberlet et. al., 1990

表 4：大葉玉葉金花 (*Mussaenda macrophylla*) 與紅頭玉葉金花 (*M. kotoensis*) 主要區分特徵比較。

Characters \ Taxa	<i>M. macrophylla</i>	<i>M. kotoensis</i>
Habitat	scandent shrubs height ≤ 1 m	small tree height > 5 m
Length of calyx (cm)	> 1.0	≤ 1.0
Petaloid (length x width) (cm)	$< 8 \times 8$	$> 10 \times 10$
Length of leaf (cm)	10-15	15-25

表 5：短花冠筒分類群中主要鑑別特徵區分表。










Taxa	<i>M. parviflora</i>	<i>M. taihokuensis</i>	<i>M. taiwaniana</i>
Characters			
Habitat	scandent shrubs	scandent shrubs	shrubs
Length of leaf (cm)	8-15	8-12	15-25
Width of leaf (cm)	3-6	3-6	10-20
Angle of corolla tube lobe	45°	60°	60°
Abaxial surface			
Color of corolla tube			
Pantone color	 101	 ivory	 101

表 6：毛玉葉金花 (*Mussaenda pubescens*) 與水社玉葉金花 (*M. albiflora*) 特徵比較。

Characters	Taxa	<i>M. pubescens</i>	<i>M. albiflora</i>
Habitat		scandent shrubs	scandent shrubs
Length of leaf (cm)		2-3	2-3
Width of leaf (cm)		5-8	4-6
Abaxial surface		pubescent	pubescent
Length of corolla tube (cm)		1.3-1.8	1.5-1.8
Color of corolla tube		yellow, white	white
Inflorescence		close to head	close to head

表 7： *Mussaenda parviflora* var. *formosana* 與臺灣產玉葉金花存疑種

(*Mussaenda* sp.) 特徵比較。

Characters	Taxa	<i>M. parviflora</i> var. <i>formosana</i>	<i>Mussaenda</i> sp.
Habitat		scandent shrubs	scandent shrubs
Length of leaf (cm)		5-12	7-15
Width of leaf (cm)		2-3	3-7
Abaxial surface		pubescent	pubescent
Length of corolla tube (cm)		1.8-2	1.5-3
Color of corolla tube		yellow	yellow
Length of fruit (cm)		1-1.3	1-1.5
Width of fruit (cm)		0.7-0.9	0.5-1
Inflorescence		cyme	cyme

表 8：原稱毛玉葉金花 (*Mussaenda pubescens*) 分類群內主要鑑別特徵區分表。








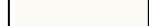


Taxa	<i>M. formosanum</i>	<i>M. parviflora</i>	<i>M. pubescens</i>	<i>M. taihokuensis</i>	<i>M. taiwaniana</i>
Characters					
Habitat	scandent shrubs	scandent shrubs	scandent shrubs	scandent shrubs	shrubs
Leaf size (cm)	7-15 x 3-7	8-15 x 3-6	4-6 x 2-3	8-12x 3-6	15-25 x 10-20
Fruit (cm)	1-1.5	1-1.3	0.8-1	0.8-1	1-1.2
Fruit surface	appendix	appendix	pubescent	smooth	pubescent
Length of corolla tube (cm)	1.5-3	1-1.5	1.3-1.8	1-1.5	1-1.5
Angle of corolla tube lobe	30°	45°	40°	60°	60°
Corolla tube color					
Pantone Color	 Yellow	 101	 florawhite	 ivory	 101

表 9：玉葉金花屬內 4 分類群花粉粒特徵比較表。

Characters \ Taxa	<i>M. kotoensis</i>	<i>M. formosanum</i>	<i>M. parviflora</i>	<i>M. taihokuensis</i>
Pollen shape	circular	suboblate	suboblate	circular
Pollen size (μm)	18-20 x 18-20	15-18 x 10-15	15-20 x 12-18	18-20 x 18-20
Pollen grain	4 colporate	4 colporate	4 colporate	4 colporate

表 10：掃描式電子顯微鏡（SEM）所觀察玉葉金花屬內各分類群形態特徵比較。

Taxa	<i>M. formosanum</i>	<i>M. kotoensis</i>	<i>M. parviflora</i>	<i>M. pubescens</i>	<i>M. taihokuensis</i>	<i>M. taiwaniana</i>
Stoma size (μm)	20	20	20	20	20	20
Length of midrib hair (μm)	600	800	600	450	600	600
Surface of midrib hair	short striate	short striate	short striate	short striate	short striate	short striate
Cell shape of adaxial	polygonal	polygonal	polygonal	polygonal	polygonal	irregular
Length of seed (μm)	630	750	550	750	630	500

表 11：臺灣產 6 個玉葉金花屬 (*Mussaenda*) 分類群內主要鑑別特徵區分表。










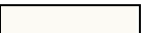


Taxa	<i>M. formosanum</i>	<i>M. kotoensis</i>	<i>M. parviflora</i>	<i>M. pubescens</i>	<i>M. taihokuensis</i>	<i>M. taiwaniana</i>
Characters						
Habitat	scandent shrubs	small tree	scandent shrubs	scandent shrubs	scandent shrubs	shrubs
Leaf size (cm)	7-15 x 3-7	15-25 x 10-20	8-15 x 3-6	4-6 x 2-3	8-12x 3-6	15-25 x 10-20
Fruit (cm)	1-1.5	1.7-2	1-1.3	0.8-1	0.8-1	1-1.2
Inflorescence	cyme	cyme	cyme	close to head	cyme	cyme
Fruit surface	appendix	appendix, pubescent	appendix	pubescent	smooth	pubescent
Length of corolla tube (cm)	1.5-3	2.5-3	1-1.5	1.3-1.8	1-1.5	1-1.5
Angle of corolla tube lobe	30	45	45	40	60	60
Corolla tube color						
Pantone Color	 Yellow	 Orange 021	 101	 florawhite	 ivory	 101

表 12：自 GenBank 下載與玉葉金花屬相關分類群的基因序列序號及標本採集地點（Alejandro et al., 2005）。

Species	Location	GenBank Accession No.	
		ITS	<i>trnT-trnF</i>
<i>Mussaenda afzelii</i> G. Don.	Ivory Coast	AJ846867	AJ847414
<i>Mussaenda arcuata</i> Poir.	Tanzania	AJ846860	AJ847380
<i>Mussaenda benguetensis</i> Elmer	Philippines	AJ846864	AJ847388
<i>Mussaenda elegans</i> Schum. & Thonn.	Ivory Coast	AJ846862	AJ847382
<i>Mussaenda erythrophylla</i> Schum. & Thonn.	Philippines	AJ846858	AJ847372
<i>Mussaenda grandiflora</i> Benth.	Ivory Coast	AJ846865	AJ847416
<i>Mussaenda isertiana</i> DC.	Ghana	AJ846866	AJ847415
<i>Mussaenda latisepala</i> Homolle	Madagascar	AJ846869	AJ847390
<i>Mussaenda monticola</i> K. Krause	Kenya	AJ846868	AJ847389
<i>Mussaenda multibracteata</i> Merr.	Philippines	AJ846853	AJ847367
<i>Mussaenda nervosa</i> Elmer	Philippines	AJ846859	AJ847379
<i>Mussaenda nivea</i> A. Chev.	Ghana	AJ846861	AJ847381
<i>Mussaenda palawanensis</i> Merr.	Philippines	AJ846863	AJ847387
<i>Mussaenda parviflora</i> Miq.	Taiwan	AJ846874	AJ847395
<i>Mussaenda pervillei</i> Wernham	Madagascar	AJ846872	AJ847392
<i>Mussaenda philippica</i> A. Rich	Philippines	AJ846857	AJ847371
<i>Mussaenda pinatubensis</i> Elmer	Philippines	AJ846851	AJ847365
<i>Mussaenda pubescens</i> W.T. Aiton	Hong Kong	AJ846856	AJ847370

表 12：自 GenBank 下載與玉葉金花屬相關分類群的基因序列序號及標本採集地點（Alejandro et al., 2005）（續）。

Species	Location	GenBank Accession No.	
		ITS	<i>trnT-trnF</i>
<i>Mussaenda reinwardtiana</i> Miq.	Indonesia	AJ846855	AJ847369
<i>Mussaenda shikokiana</i> Makino	Japan	AJ846854	AJ847368
<i>Mussaenda vestita</i> Baker	Madagascar	AJ846871	AJ847393
<i>Mussaenda vidalii</i> Elmer	Philippines	AJ846852	AJ847366
<i>Pseudomussaenda flava</i> Verdc.	Ethiopia	AJ846877	AJ847385
<i>Schizomussaenda dehiscens</i> (Craib.) H.L. Li	China	AJ846875	AJ847383

表 13：使用聚合酶連鎖反應後所增幅的玉葉金花 DNA 基因片段。

採集編號	採集地點	nrITS	cp <i>trnT-trnF</i>
W12989	臺灣南投縣埔里鎮	✓	✓
W12997	臺灣南投縣魚池鄉	✓	
W13000	臺灣南投縣埔里鎮	✓	✓
W13003	臺灣南投縣埔里鎮	✓	✓
Yang 16626	臺灣臺東縣蘭嶼鄉	✓	✓
Yang 16267	臺灣臺東縣蘭嶼鄉	✓	
Yang 17757	臺灣臺東縣蘭嶼鄉	✓	✓
Yang 17918	臺灣臺東縣蘭嶼鄉	✓	✓
Yang 17923	臺灣臺東縣蘭嶼鄉		✓
Yang 17929	臺灣臺東縣蘭嶼鄉		✓
Yang 18714	中國雲南	✓	
Yang 20185	中國香港昂坪	✓	
Yang 20214	臺灣屏東縣滿州鄉	✓	
Yang 21025	臺灣彰化縣芬園鄉	✓	
Yang 21768	臺灣南投縣魚池鄉	✓	✓
Yang 22315	中國雲南	✓	
Yang 22442	臺灣南投縣魚池鄉	✓	✓
NK 080059	日本沖繩縣伊平屋島 Gayo 山	✓	
NK 080239	日本沖繩縣沖繩島名護溪	✓	
NK 080240	日本沖繩縣沖繩島名護溪	✓	✓
NK 080251	日本沖繩縣沖繩島名護溪	✓	✓
NK 080252	日本沖繩縣沖繩島名護溪	✓	✓
CFC 3243	臺灣宜蘭縣龜山島	✓	✓
KCHJL01	臺灣屏東縣真笠山	✓	✓
KCHSH01	臺灣屏東縣旭海村	✓	✓

圖目次

圖 1：正宗氏所發表臺北玉葉金花 (<i>Mussaenda taihokuensis</i> Masam.) 複模式標本.....	74
圖 2：金平氏所發表臺灣玉葉金花 (<i>Mussaenda taiwaniana</i> Kaneh.) 等 價模式標本.....	75
圖 3：早田氏所發表水社玉葉金花 (<i>Mussaenda albiflora</i> Hayata) 模式 標本.....	76
圖 4：松村氏所發表 <i>Mussaenda parviflora</i> Miq. var. <i>formosana</i> Matsum. 模式標本.....	77
圖 5：早田氏所發表紅頭玉葉金花 (<i>Mussaenda kotoensis</i> Hayata) 模 式標本.....	78
圖 6：Aiton 所發表毛玉葉金花 (<i>Mussaenda pubescens</i> W.T. Aiton) 模 式標本.....	79
圖 7：Wallich 所發表大葉玉葉金花 (<i>Mussaenda macrophylla</i> Wall.) 模式標本.....	80
圖 8：玉葉金花屬花部器官測量特徵統計圖.....	81
圖 9：長花冠筒與短花冠筒分類群示意圖.....	82
圖 10.1：光學顯微鏡 (LM) 下觀察玉葉金花屬植物花粉粒赤道面...83	
圖 10.2：光學顯微鏡 (LM) 下觀察玉葉金花屬植物花粉粒極面...84	
圖 11：掃描式電子顯微鏡 (SEM) 下觀察玉葉金花屬植物花粉粒...85	

圖 12：掃描式電子顯微鏡以 2000 倍倍率拍攝葉背氣孔構造.....	86
圖 13：掃描式電子顯微鏡以 150 倍倍率拍攝葉背中肋.....	87
圖 14：掃描式電子顯微鏡以 2000 倍倍率拍攝葉背中肋毛披物.....	88
圖 15：掃描式電子顯微鏡以 300 倍倍率拍攝葉面中肋.....	89
圖 16：掃描式電子顯微鏡以 120 倍倍率拍攝種子.....	90
圖 17：掃描式電子顯微鏡以 500 倍倍率拍攝種子表面.....	91
圖 18：臺灣產玉葉金花屬集群分析樹形圖.....	92
圖 19：臺灣產玉葉金花屬對應分析圖.....	93
圖 20：寶島玉葉金花 (<i>Mussaenda formosanum</i> (Matsum.) T.Y. Aleck Yang & K.C. Huang) 生態照.....	94
圖 21：紅頭玉葉金花 (<i>Mussaenda kotoensis</i> Hayata) 生態照.....	95
圖 22：玉葉金花 (<i>Mussaenda parvifloras</i> Miq.) 生態照.....	96
圖 23：毛玉葉金花 (<i>Mussaenda pubescens</i> W.T. Aiton) 生態照.....	97
圖 24：臺北玉葉金花 (<i>Mussaenda taihokuensis</i> Masam.) 生態照....	98
圖 25：臺灣玉葉金花 (<i>Mussaenda taiwaniana</i> Kaneh.) 生態照.....	99
圖 26：臺灣產玉葉金花屬各分類群分布圖.....	100
圖 27：以細胞核內核醣體中間區 (nrITS) 的序列資料依照最簡約分 析所建構的譜系樹.....	101
圖 28：以細胞核內核醣體中間區 (nrITS) 的序列資料依照鄰近連接	

分析所建構的譜系樹.....	102
圖 29：以細胞核內核醣體中間區（nrITS）的序列資料依照貝葉式導 出分析所建構的譜系樹.....	103
圖 30：以葉綠體內 <i>trnT-trnF</i> 片段的序列資料依照最簡約分析所建構 的譜系樹.....	104
圖 31：以葉綠體內 <i>trnT-trnF</i> 片段的序列資料依照鄰近連接分析所建 構的譜系樹.....	105
圖 32：以葉綠體內 <i>trnT-trnF</i> 片段的序列資料依照貝葉式導出分析所 建構的譜系樹.....	106
圖 33：合併 nrITS 及 <i>trnT-trnF</i> 片段的序列資料依照最簡約分析所建 構的譜系樹.....	107
圖 34：合併 nrITS 及 <i>trnT-trnF</i> 片段的序列資料依照鄰近連接分析所 建構的譜系樹.....	108
圖 35：合併 nrITS 及 <i>trnT-trnF</i> 片段的序列資料依照貝葉式導出分析 所建構的譜系樹.....	109

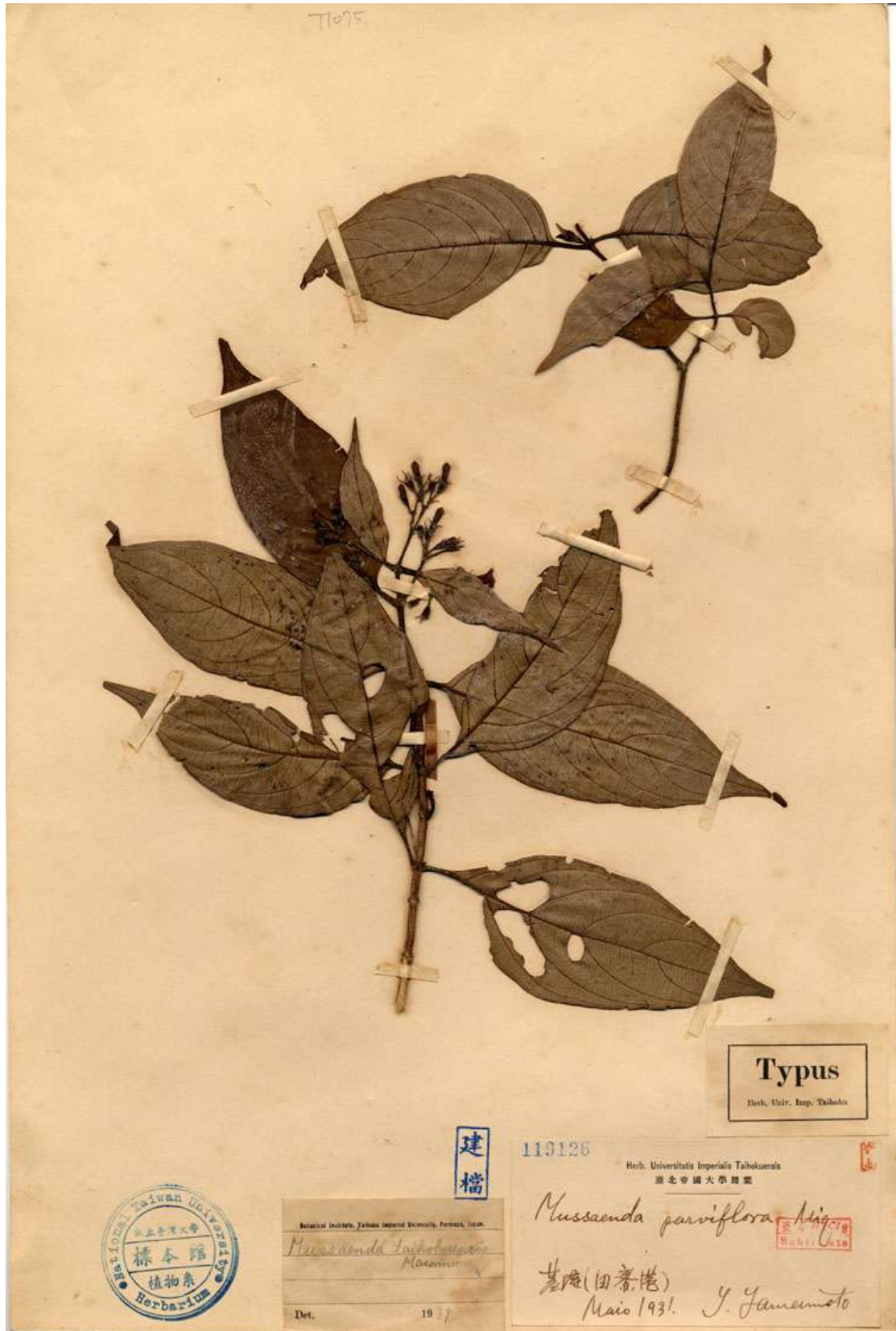


圖 1：正宗氏所發表臺北玉葉金花 (*Mussaenda taihokuensis* Masam.) 複模式標本，採自基隆，典藏於國立臺灣大學植物標本館 (TAI) 內。
 (<http://tai2.ntu.edu.tw/Specimen/specimen.php?taiid=119126>)



圖 2：金平氏所發表臺灣玉葉金花 (*Mussaenda taiwaniana* Kanehira) 等價模式標本，採自南投埔里。攝於臺灣林業試驗所植物標本館 (TAIF) 內。A、館號 24409，B、館號 24410，C、館號 24411。



圖 3：早田氏所發表水社玉葉金花 (*Mussaenda albiflora* Hayata) 模式標本，採自南投水社。A 為群模式標本 (?)，攝於臺灣林業試驗所植物標本館 (TAIF)。B 為全模式標本，C 為複模式標本，楊宗愈攝於日本東京大學植物標本館 (TI)。



圖 4：松村氏所發表 *Mussaenda parviflora* var. *formosana* Matsumura 模式標本。A, B 採集號為 Honda 76，採自苗栗，C, D 採集號為 Owatari 2487，採自高雄苓雅區。楊宗愈攝於日本東京大學植物標本館 (TI)。



圖 5：早田氏所發表紅頭玉葉金花 (*Mussaenda kotoensis* Hayata) 模式標本，採自臺東蘭嶼。楊宗愈攝於日本東京大學植物標本館 (TI)。A 為全模式標本，B 僅被指定為模式標本。



圖 6：Aiton 所發表毛玉葉金花 (*Mussaenda pubescens* W.T. Aiton) 模式標本，採自中國廣東。英國大英自然史博物館植物標本館提供。



圖 7：Wallich 所發表大葉玉葉金花 (*Mussaenda macrophylla* Wall.) 模式標本，採自尼泊爾。楊宗愈攝於英國皇家邱植物園植物標本館。

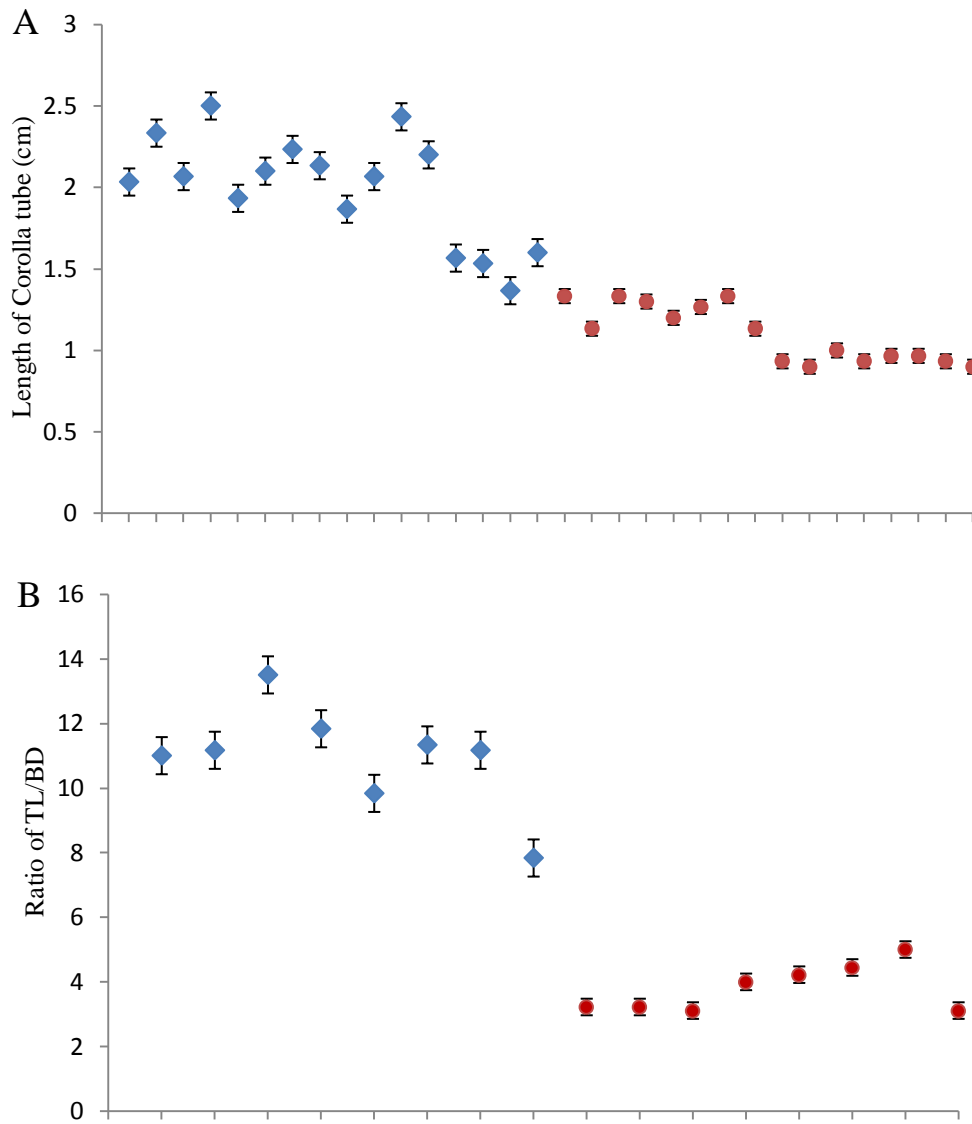


圖 8: 玉葉金花屬花部器官測量特徵統計圖。淺藍色為長花冠筒族群，暗紅色為短花冠筒族群。A、花冠筒長度；B、花冠筒長度與花冠筒基部寬度比值。橫軸為測量個體，圖 A 縱軸為長度，圖 B 縱軸為比值。



圖 9：長花冠筒與短花冠筒分類群示意圖。紅色直線表示長花冠筒類群，黃色直線為短花冠筒類型。

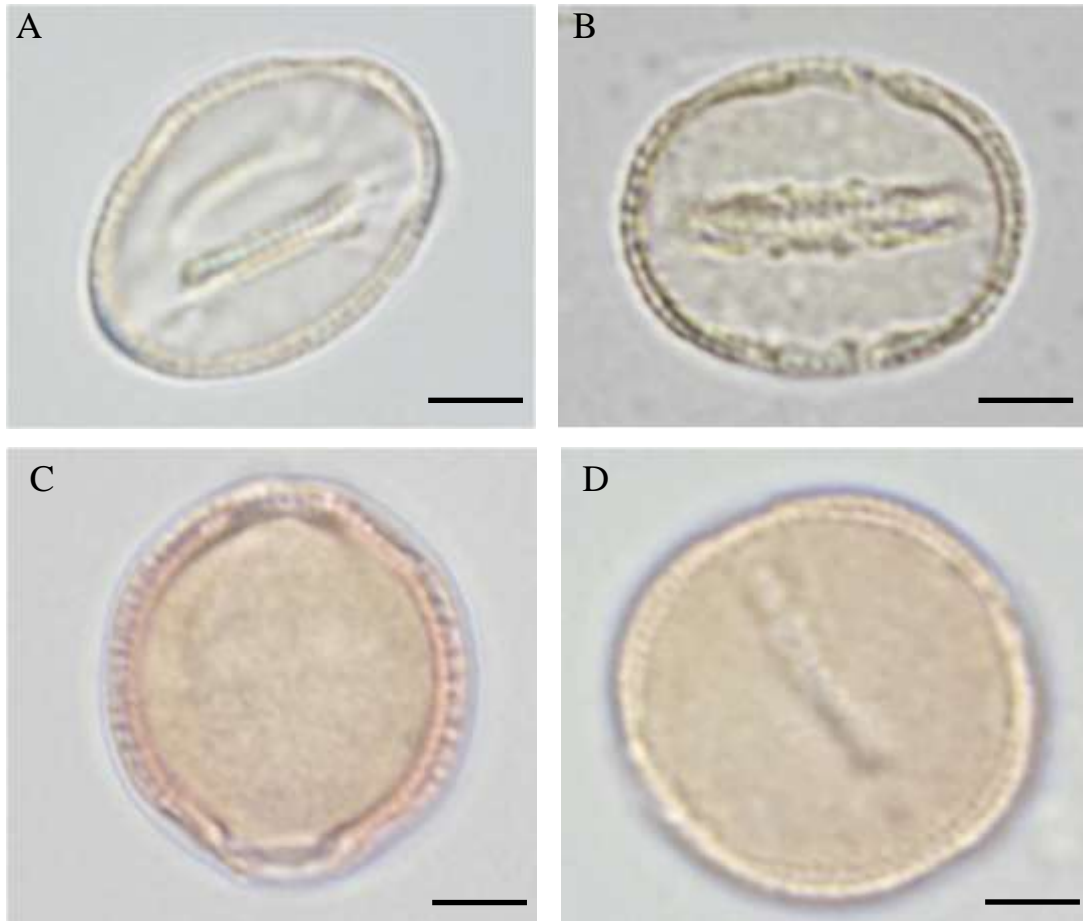


圖 10.1：光學顯微鏡（LM）下觀察玉葉金花屬植物花粉粒赤道面。
A、*Mussaenda formosanum*，B、*M. parviflora*，C、*M. taihokuensis*，
D、*M. kotoensis*。圖上比例尺為 5 μm。

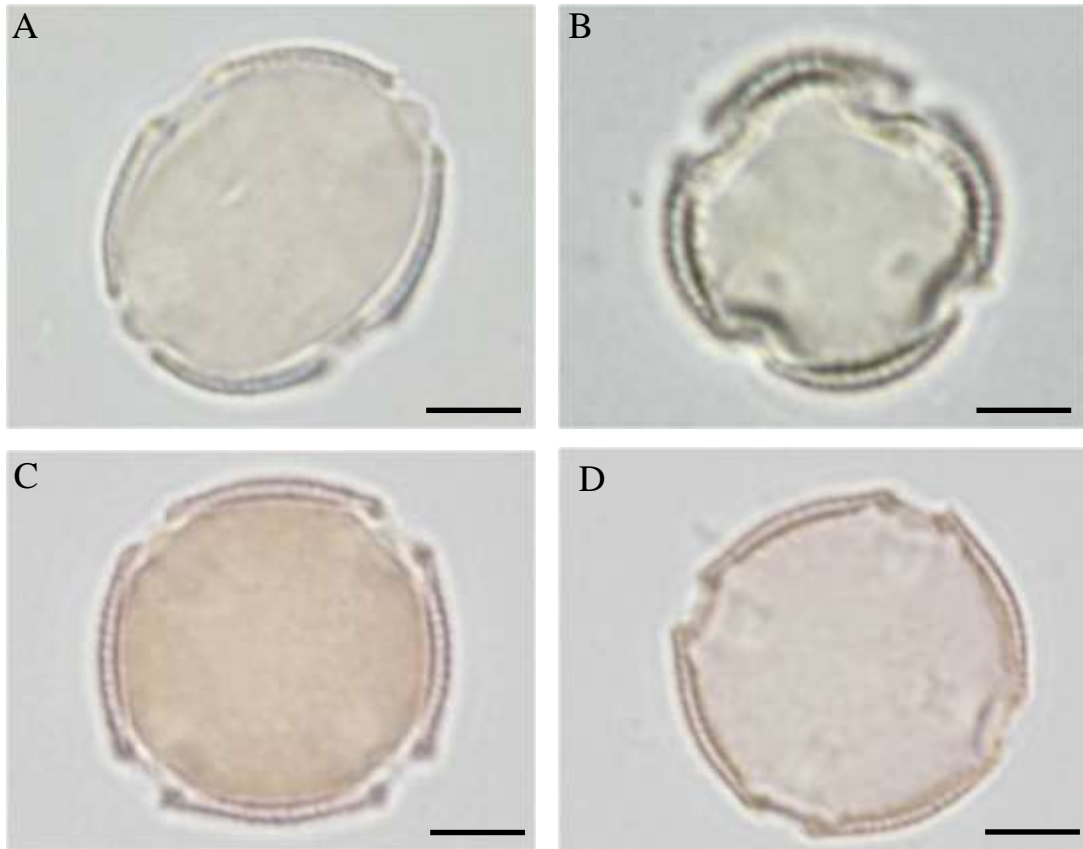


圖 10.2：光學顯微鏡 (LM) 下觀察玉葉金花屬植物花粉粒極面。A、*Mussaenda formosanum*，B、*M. parviflora*，C、*M. taihokuensis*，D、*M. kotoensis*。圖上比例尺為 5 µm。

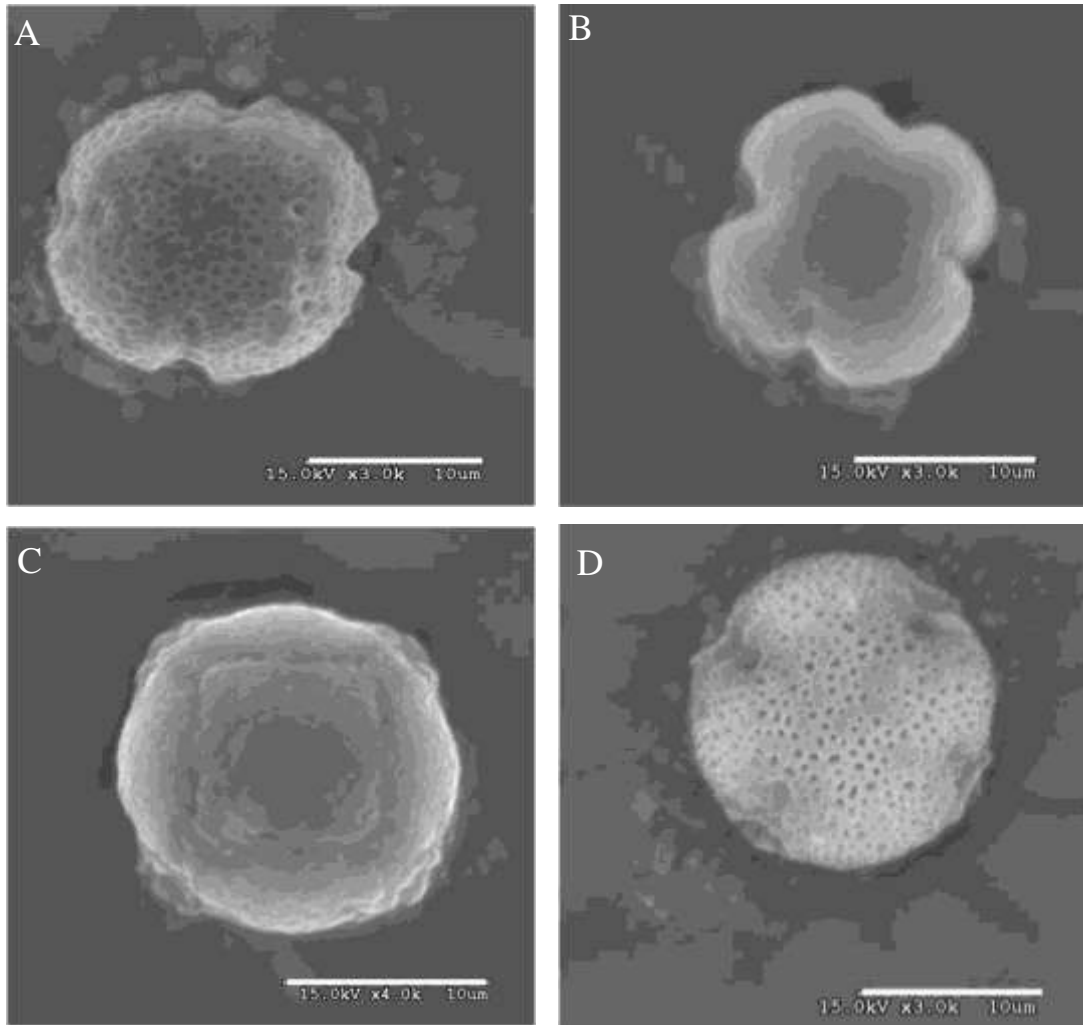


圖 11：掃描式電子顯微鏡 (SEM) 下觀察玉葉金花屬植物花粉粒。A、*Mussaenda formosanum*，B、*M. parviflora*，C、*M. taihokuensis*，D、*M. kotoensis*。圖上比例尺為 10 μm 。

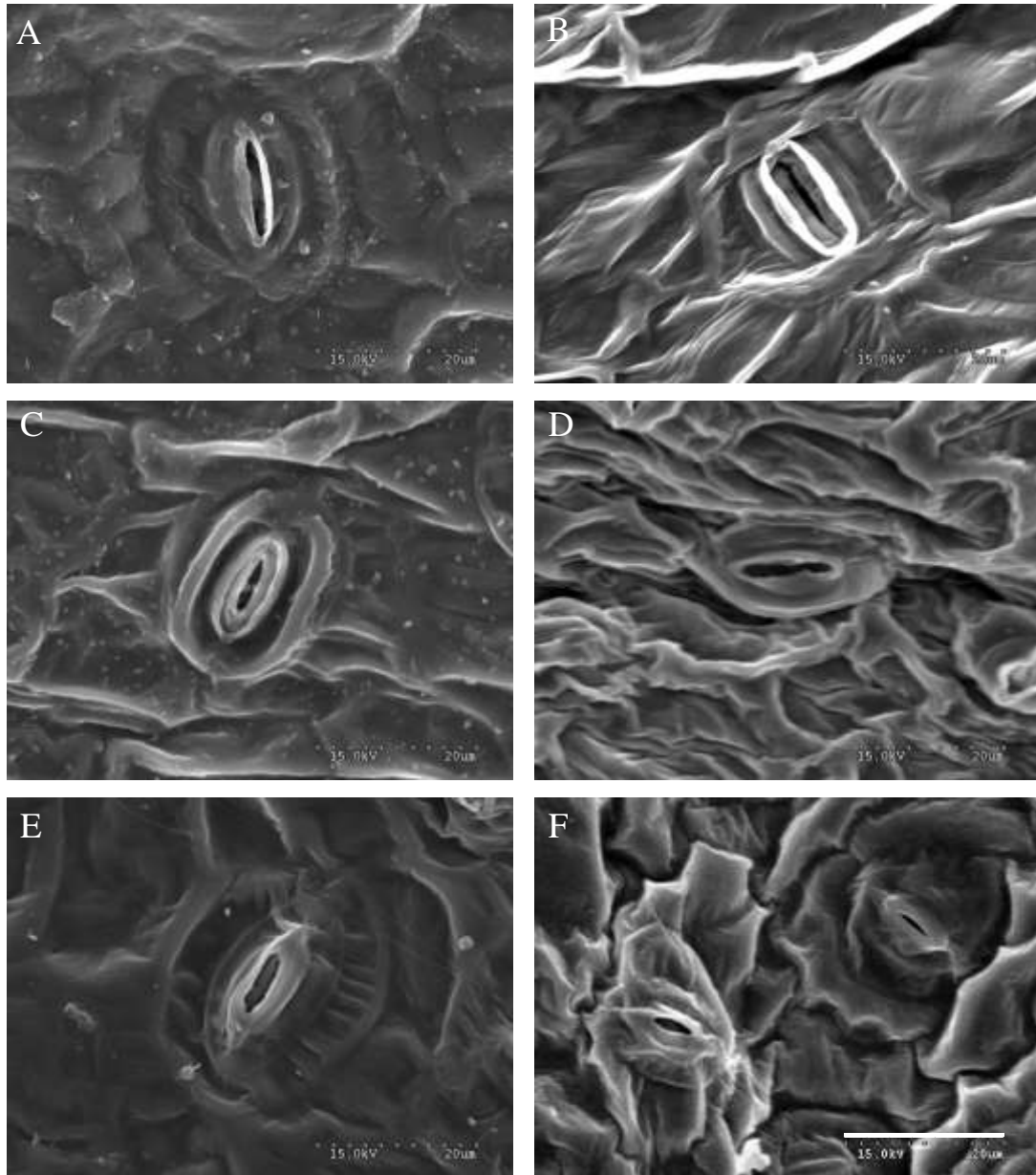


圖 12：掃描式電子顯微鏡以 2000 倍倍率拍攝葉背氣孔構造。A、*Mussaenda kotoensis*；B、*M. formosanum*；C、*M. pariviflora*；D、*M. pubescens*；E、*M. taihokuensis*；F、*M. taiwaniana*。圖上比例尺為 20 μm 。

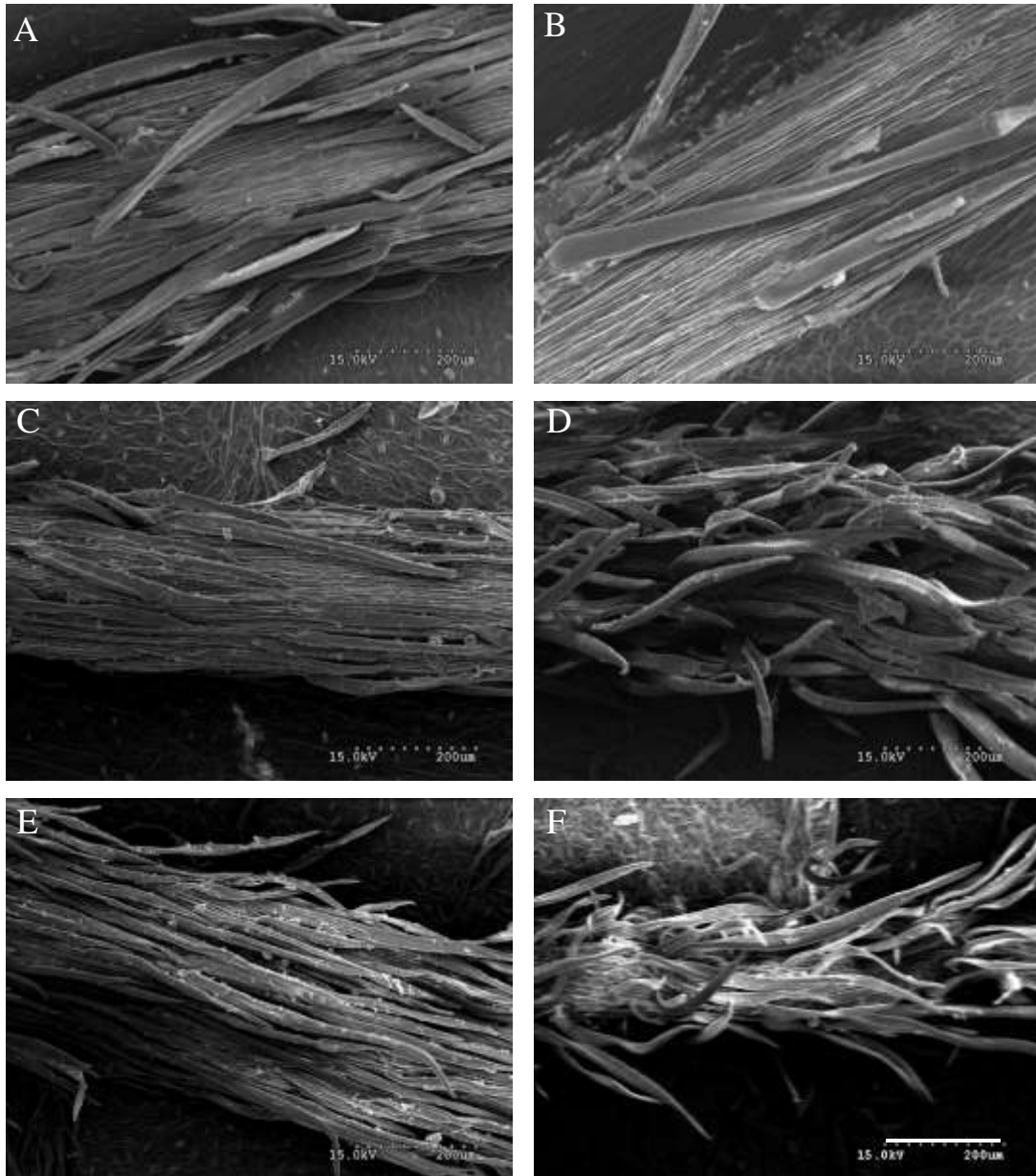


圖 13：掃描式電子顯微鏡以 150 倍倍率拍攝葉背中肋。A、*Mussaenda kotoensis*；B、*M. formosanum*；C、*M. pariviflora*；D、*M. pubescens*；E、*M. taihokuensis*；F、*M. taiwaniana*。圖上比例尺為 200 μm。

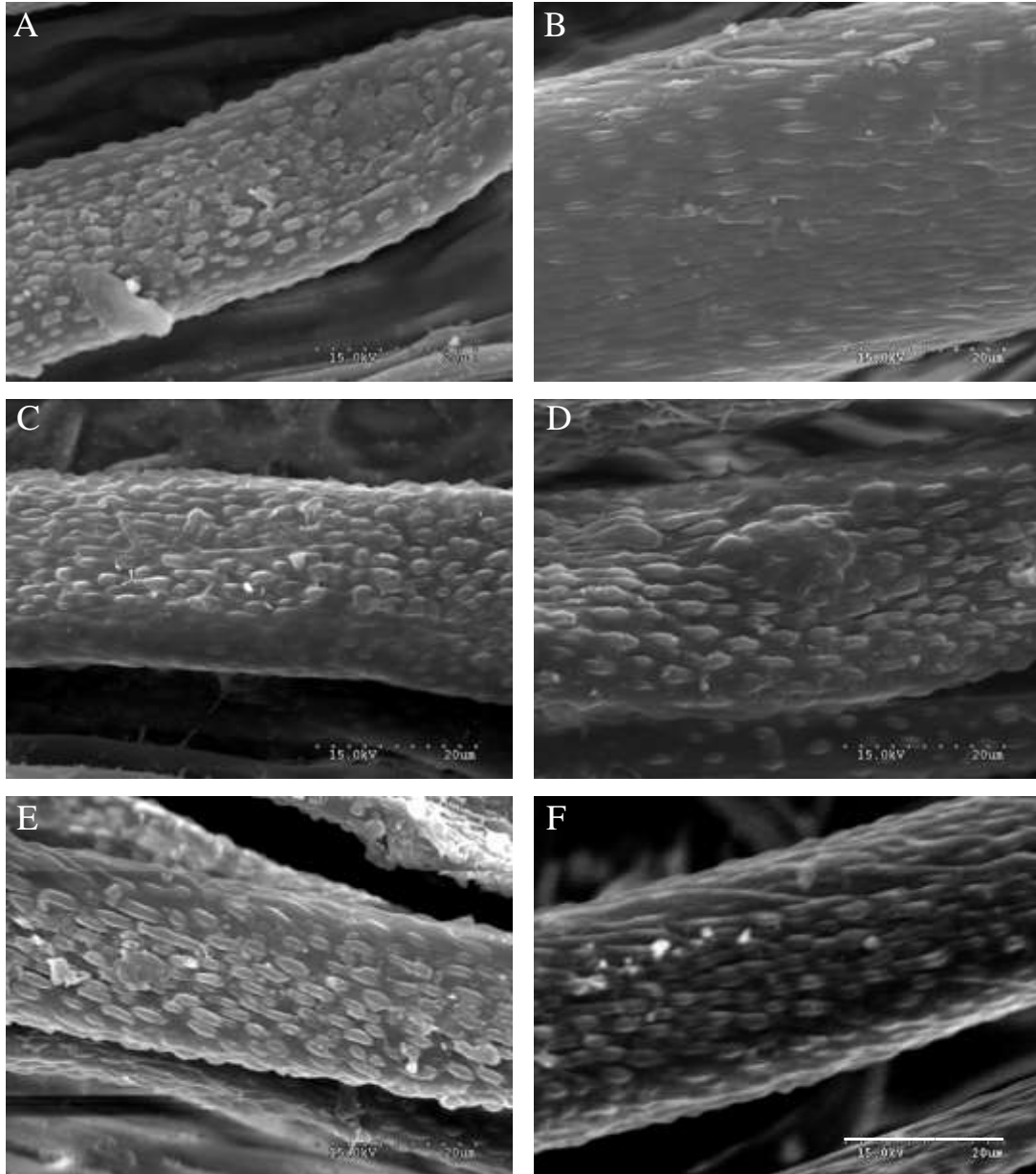


圖 14：掃描式電子顯微鏡以 2000 倍倍率拍攝葉背中肋毛披物表面紋飾。A、*Mussaenda kotoensis*；B、*M. formosanum*；C、*M. pariviflora*；D、*M. pubescens*；E、*M. taihokuensis*；F、*M. taiwaniana*。圖上比例尺為 20 μm 。

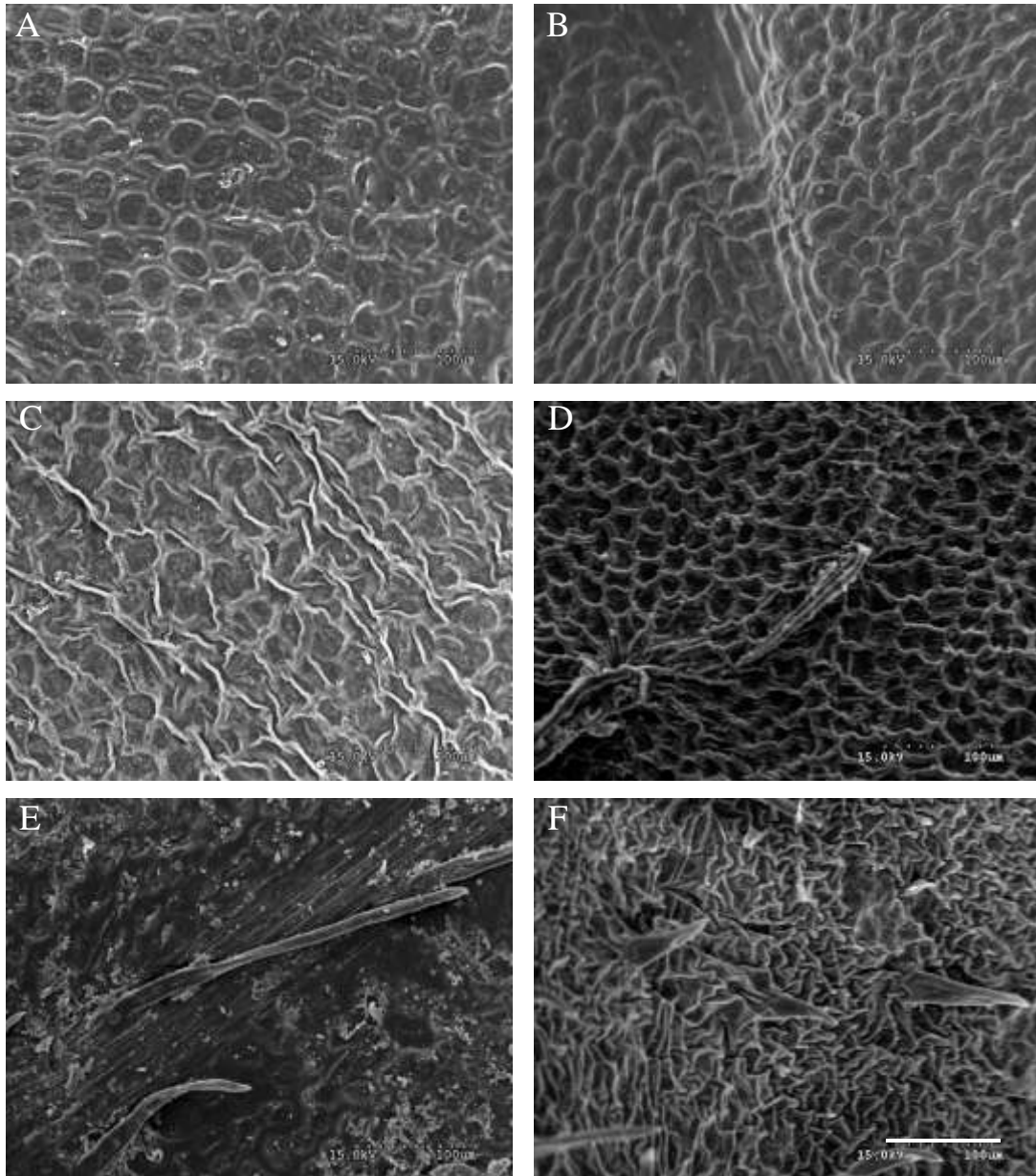


圖 15：掃描式電子顯微鏡以 300 倍倍率拍攝葉面中肋。A、*Mussaenda kotoensis*；B、*M. formosanum*；C、*M. pariviflora*；D、*M. pubescens*；E、*M. taihokuensis*；F、*M. taiwaniana*。圖上比例尺為 100 μm。

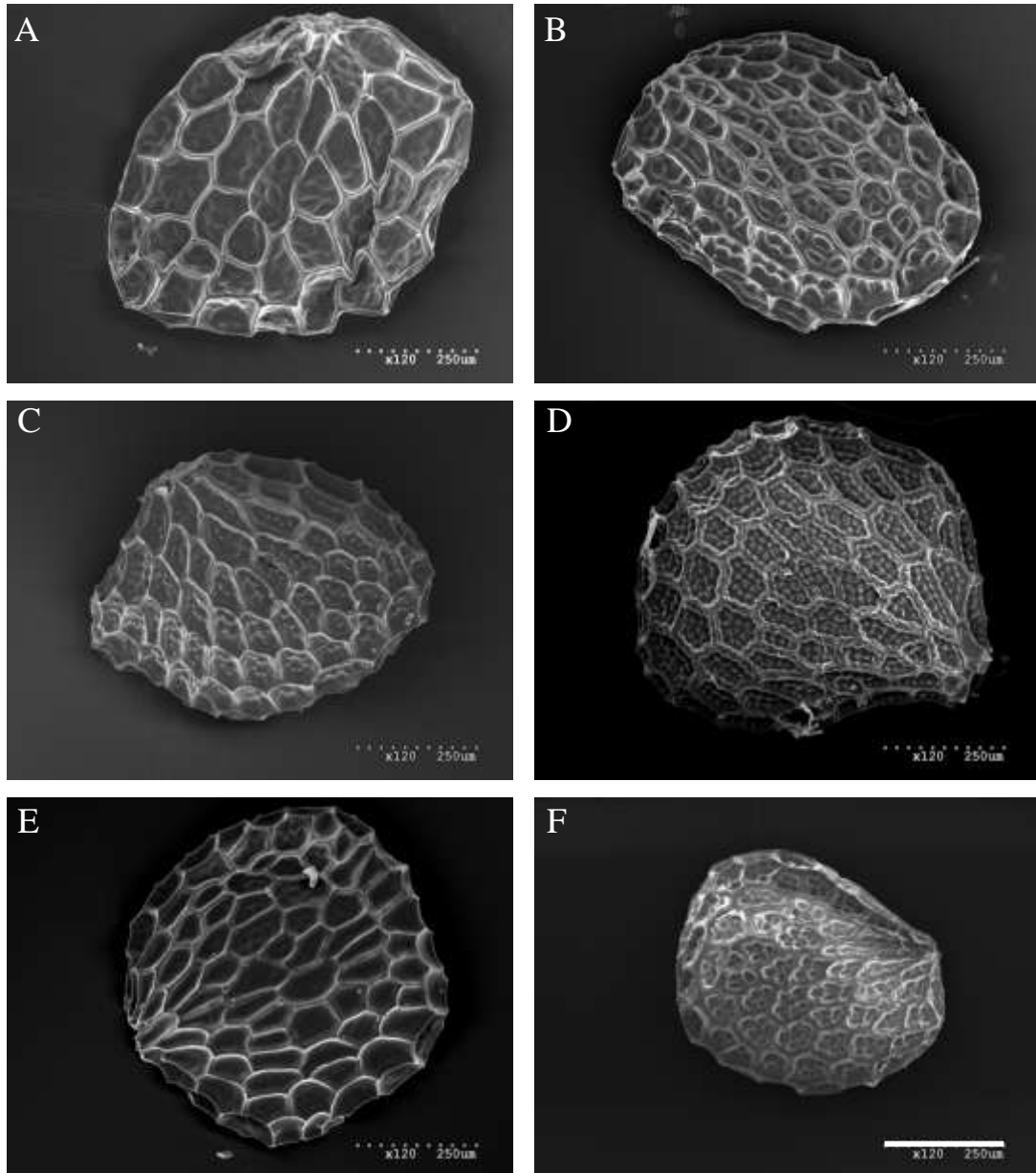


圖 16: 掃描式電子顯微鏡以 120 倍倍率拍攝種子表面。A、*Mussaenda kotoensis*；B、*M. formosanum*；C、*M. pariviflora*；D、*M. pubescens*；E、*M. taihokuensis*；F、*M. taiwaniana*。圖上比例尺為 250 μm 。

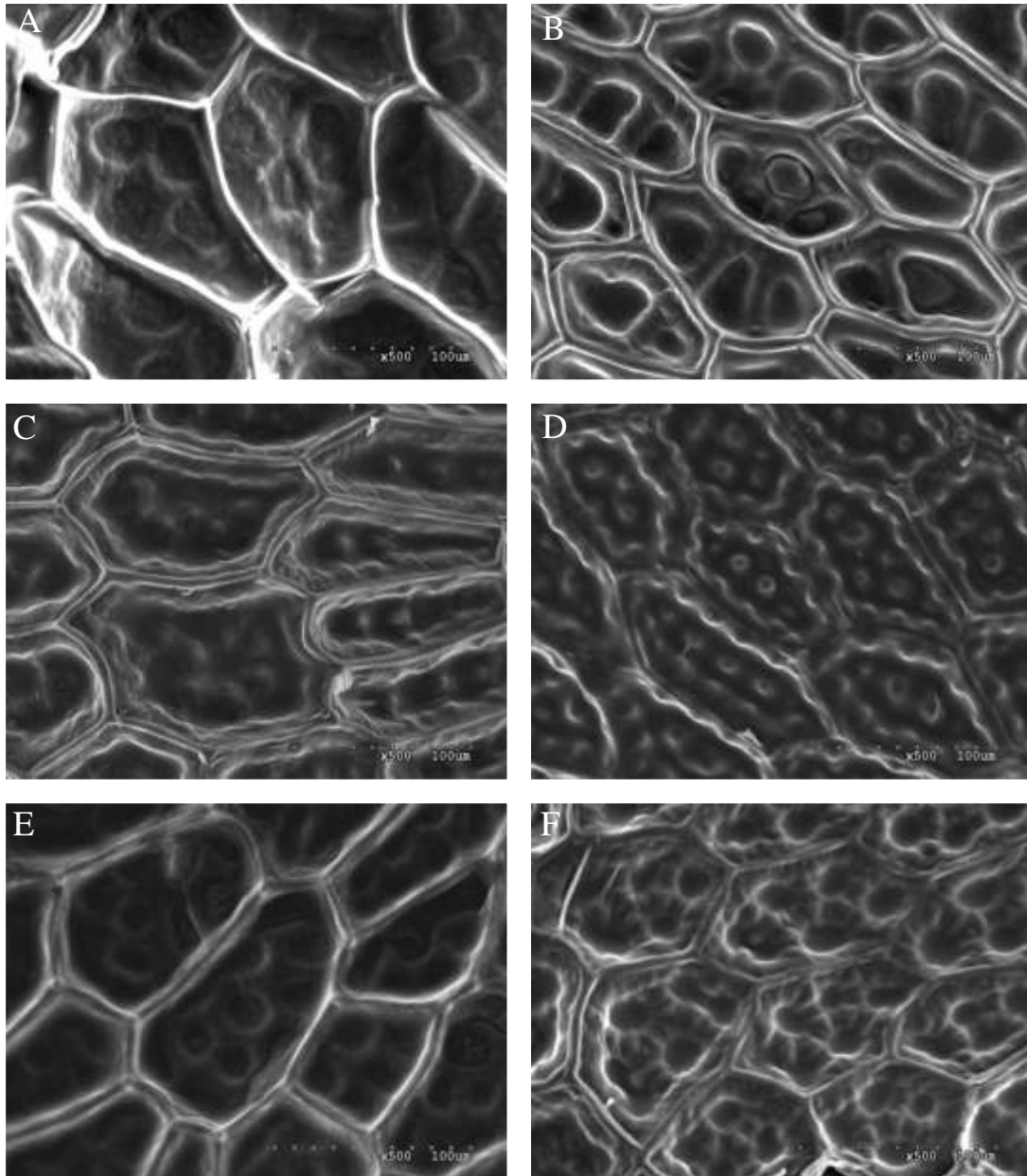


圖 17:掃描式電子顯微鏡以 500 倍倍率拍攝種子表面。A、*Mussaenda kotoensis*；B、*M. formosanum*；C、*M. pariviflora*；D、*M. pubescens*；E、*M. taihokuensis*；F、*M. taiwaniana*。圖上比例尺為 100 μm。

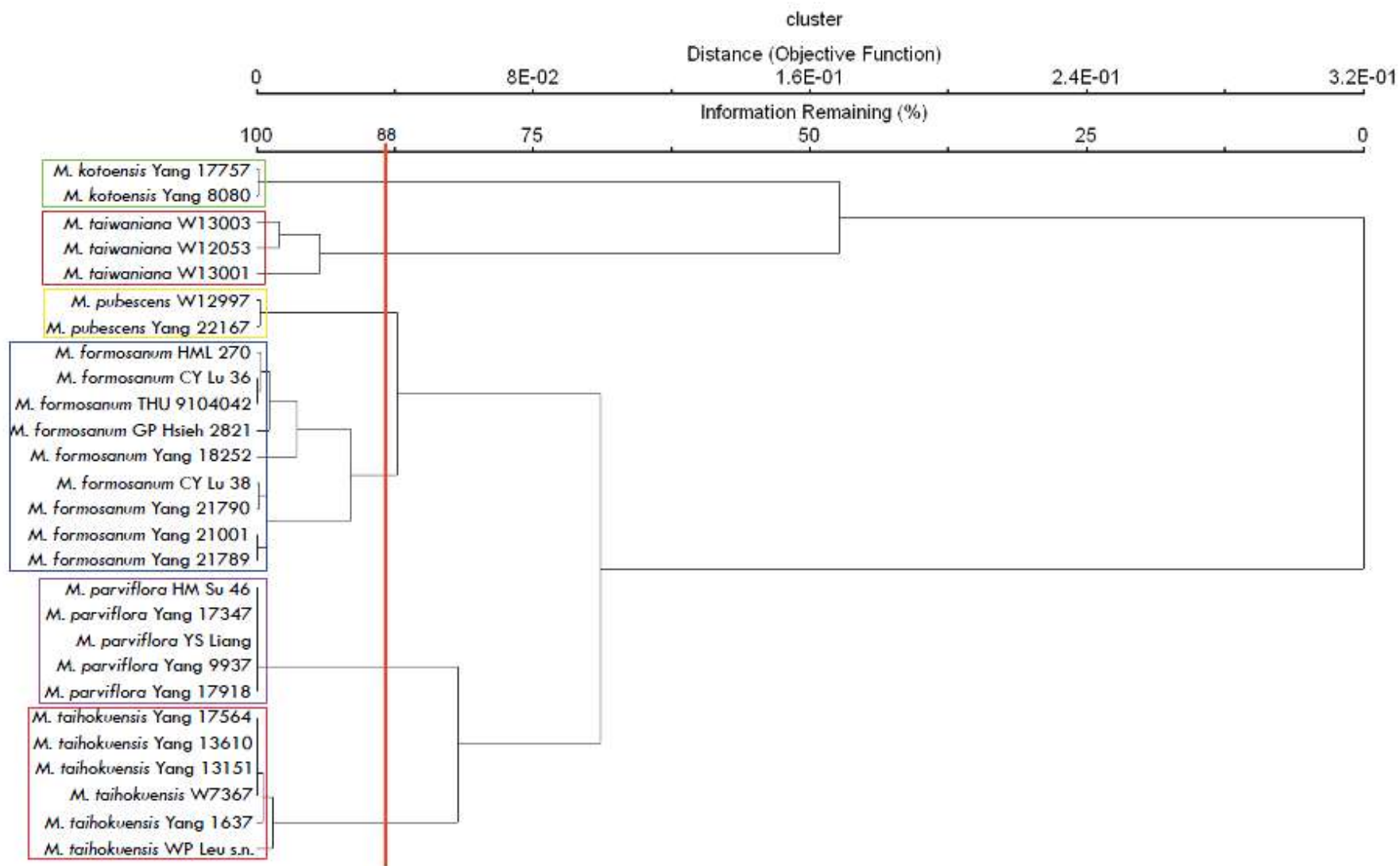


圖 18：臺灣產玉葉金花屬集群分析樹形圖。各分類群以不同顏色框做區隔。

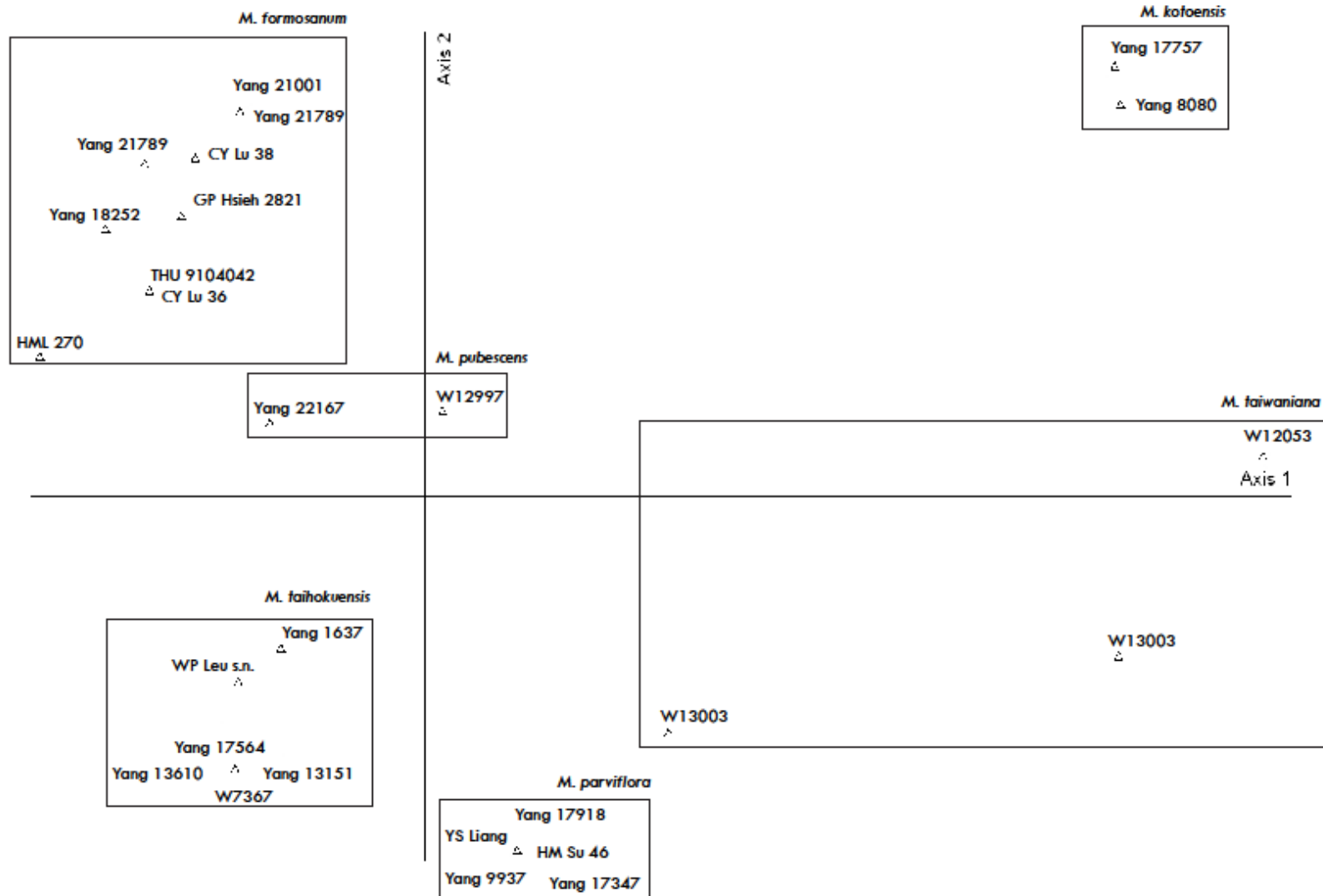


圖 19：臺灣產玉葉金花屬對應分析圖。各分類群以框線做區隔。



圖 20：寶島玉葉金花 (*Mussaenda formosanum* (Matsum.) T.Y. Aleck Yang & K.C. Huang) 生態照。A、植株，B、花，C、聚繖花序，D、E、花，F、因蟲癭而膨大的花，G、蟲癭花剖面，H、果實，I、果實剖面。E 圖為陳建帆攝。

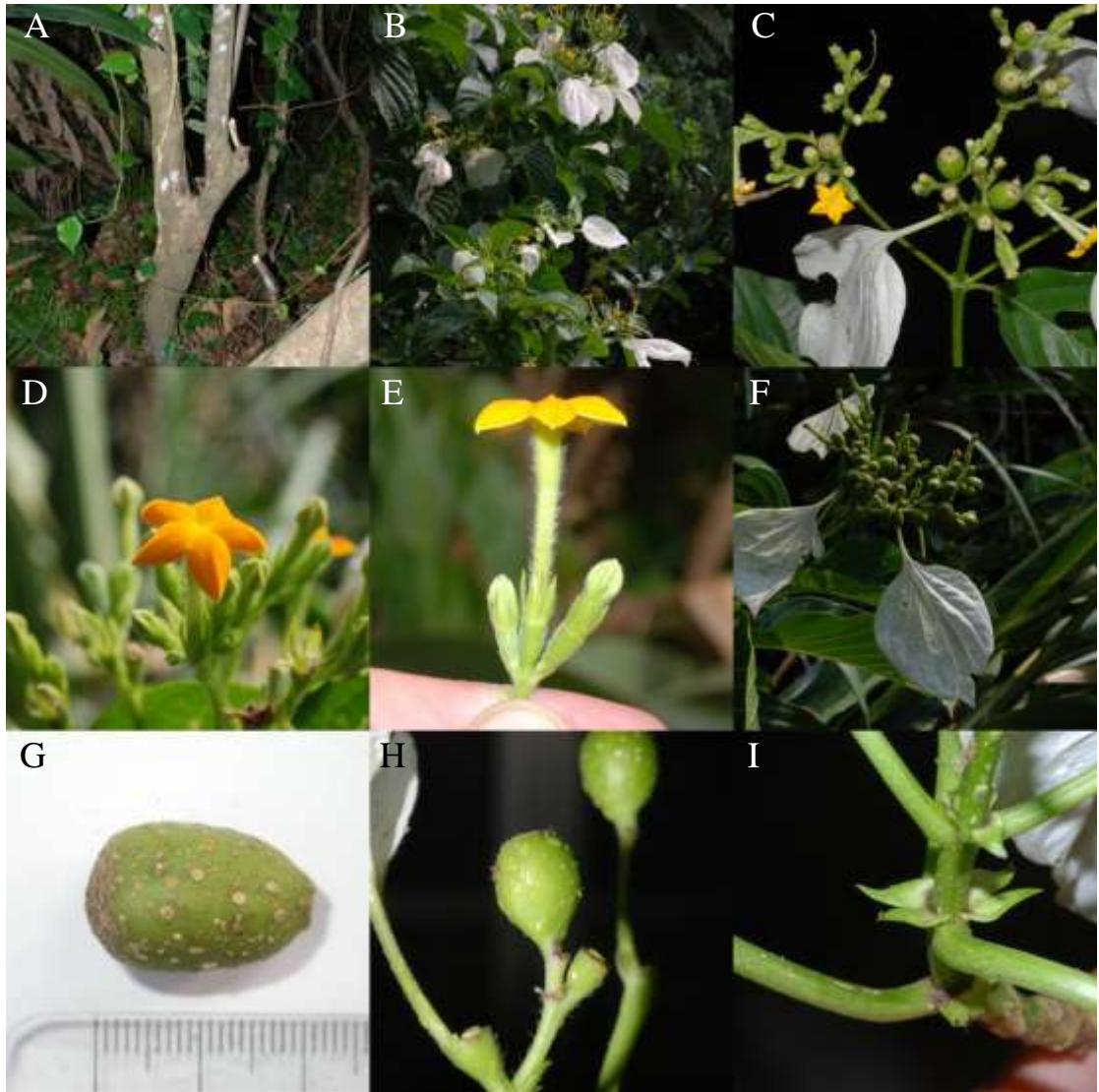


圖 21：紅頭玉葉金花 (*Mussaenda kotoensis* Hayata) 生態照。A、樹幹，B、植株照，C、花序，D, E、花，F、果序，G, H、果實，I、托葉。陳建帆攝。



圖 22：玉葉金花 (*Mussaenda parvifloras* Miq.) 生態照。A、植株，B, C, D、花序，E, F、花，G、花剖面圖、H、果實，I、葉背。H 圖為楊宗愈攝。



圖 23：毛玉葉金花 (*Mussaenda pubescens* W.T. Aiton) 生態照。A、植株，B、花，C, D、頭狀花序，E, F、果實，G、托葉，H、香港花色黃色的毛玉葉金花，I、香港花色白色的毛玉葉金花。H, I 為楊宗愈攝。



圖 24：臺北玉葉金花 (*Mussaenda taihokuensis* Masam.) 生態照。A、植株，B, C, D、無膨大萼片花序，E、花，F、葉背中肋披紅色毛。C 圖為陳建帆攝。

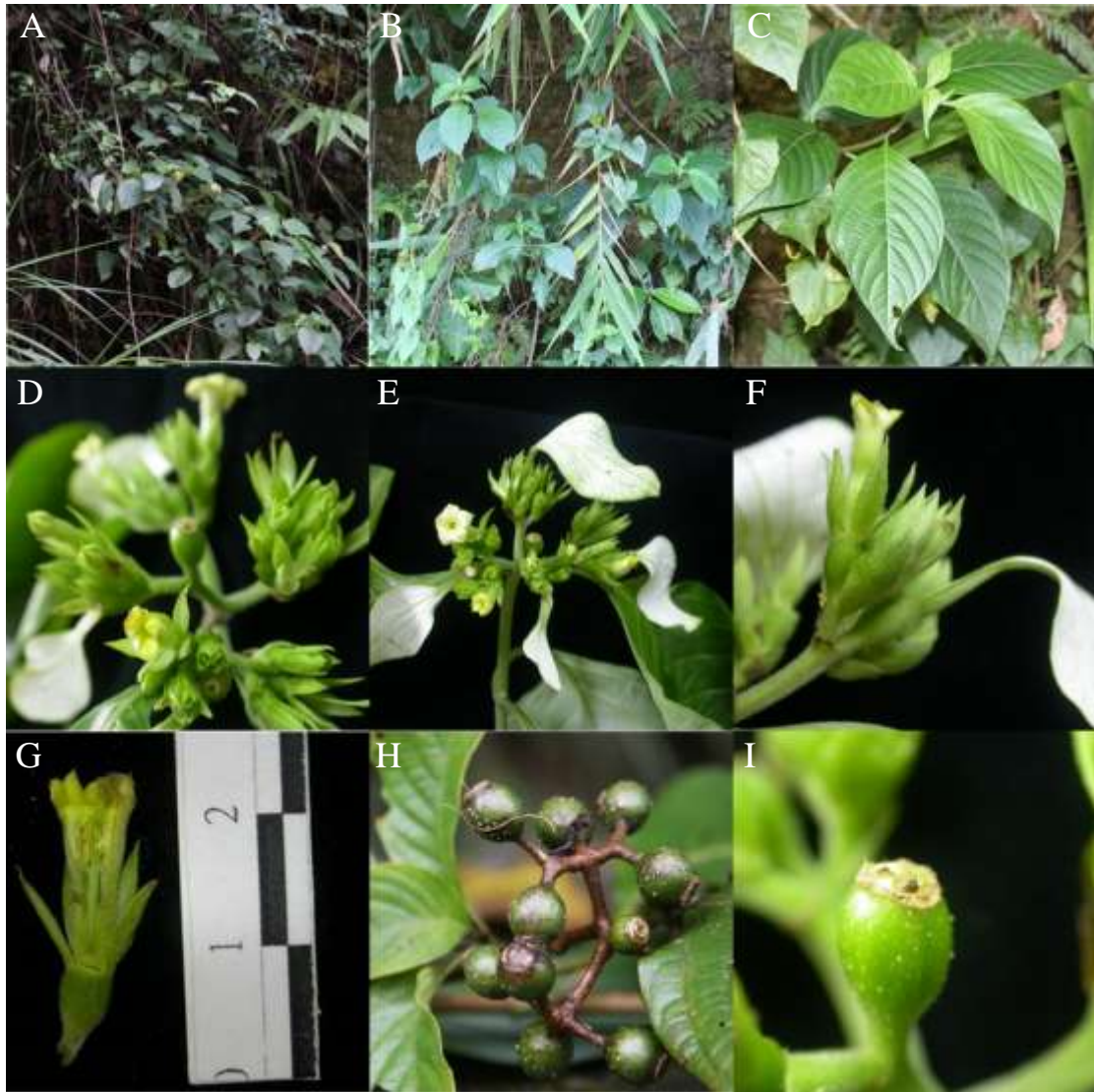


圖 25：臺灣玉葉金花 (*Mussaenda taiwaniana* Kaneh.) 生態照。A, B、植株生態照，C、葉，D, E、花序，F、花，G、花剖面圖，H, I、果實。

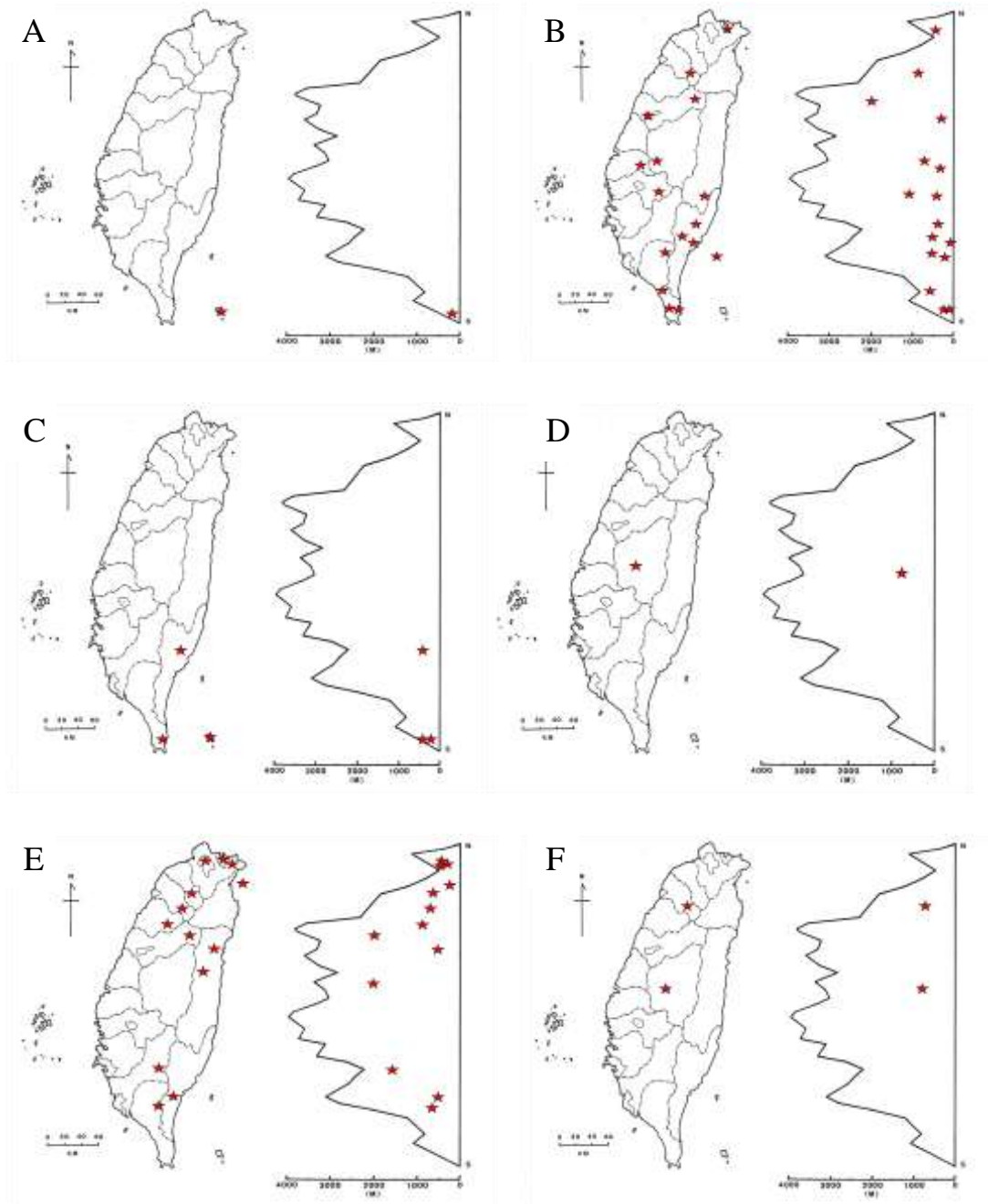


圖 26：臺灣產玉葉金花屬各分類群分布圖：A、*Mussaenda kotoensis*；
 B、*M. formosanum*；C、*M. pariviflora*；D、*M. pubescens*；E、*M. taihokuensis*；
 F、*M. taiwaniana*。

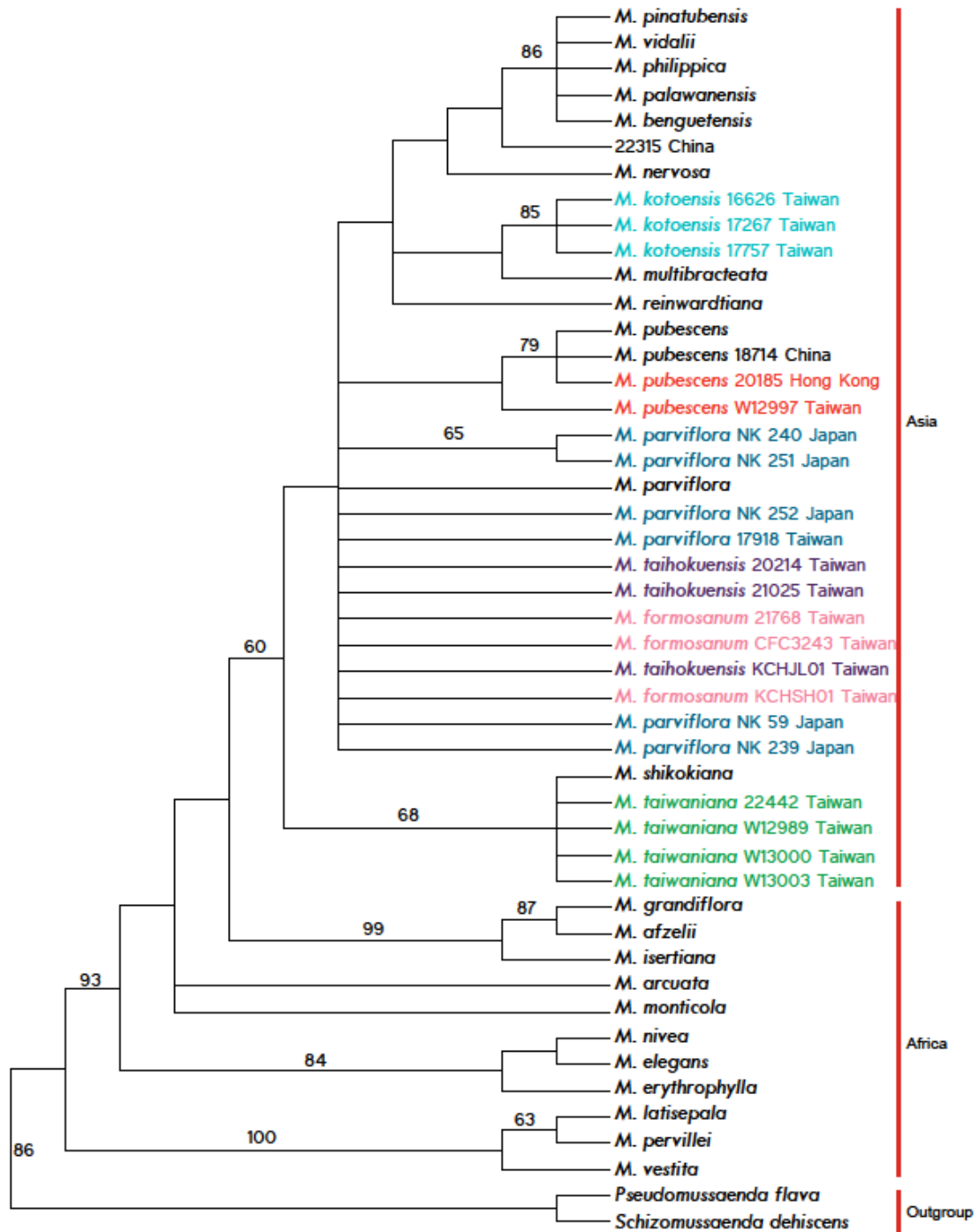


圖 27：以細胞核內核糖體中間區（nrITS）的序列資料依照最簡約分析所建構的譜系樹。分支上數值為利用簡約分析運算方式的誘導式搜尋，進行 1000 次的隨機特徵重新取樣所得 bootstrap 數值。形態分類群以顏色做區別。採集編號後表示採集地點。

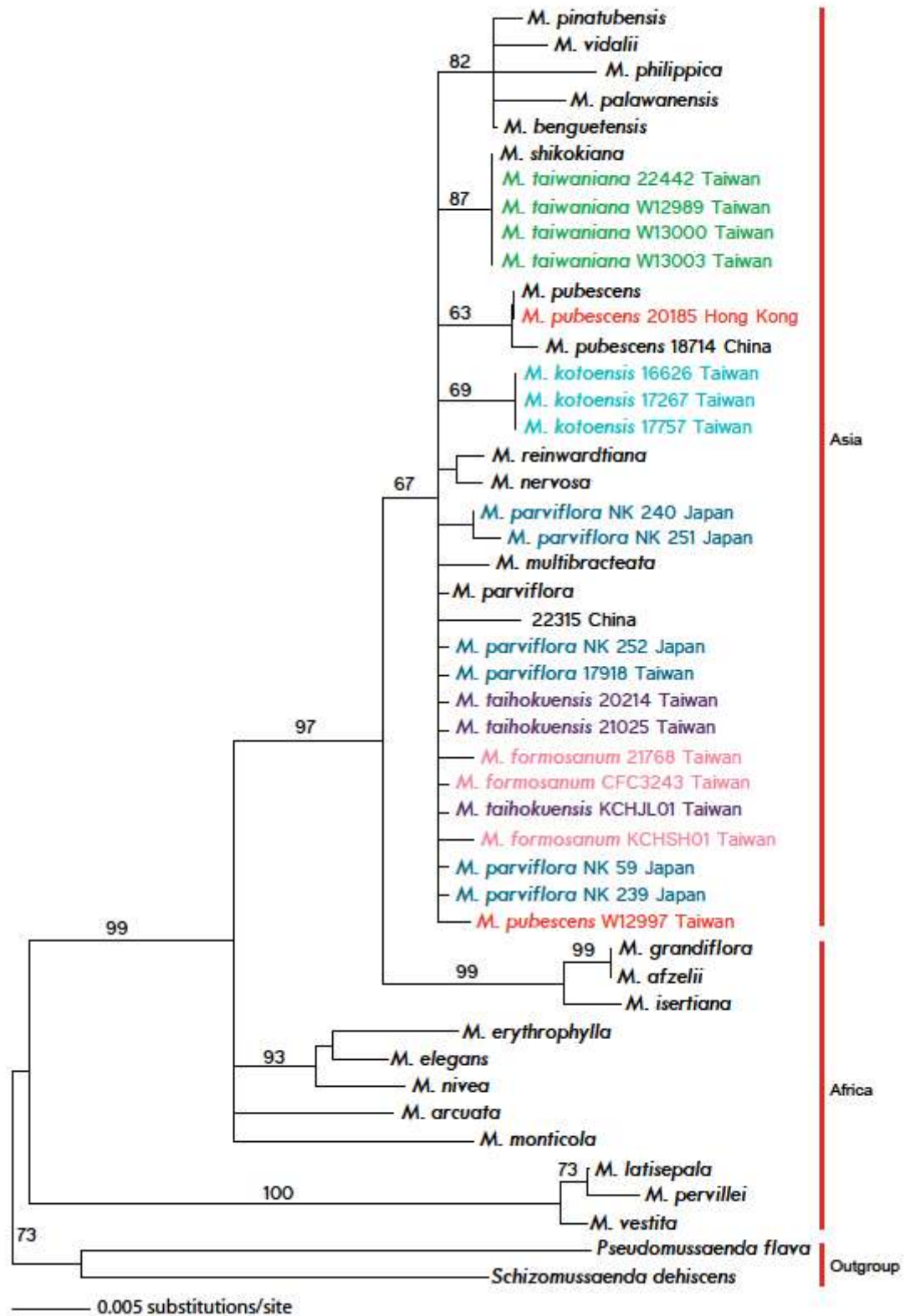


圖 28：以細胞核內核糖體中間區（nrITS）的序列資料依照鄰近連接分析所建構的譜系樹。分支上數值為利用鄰近連接分析運算方式，進行 1000 次的隨機特徵重新取樣所得 bootstrap 數值。形態分類群以顏色做區別。採集編號後表示採集地點。

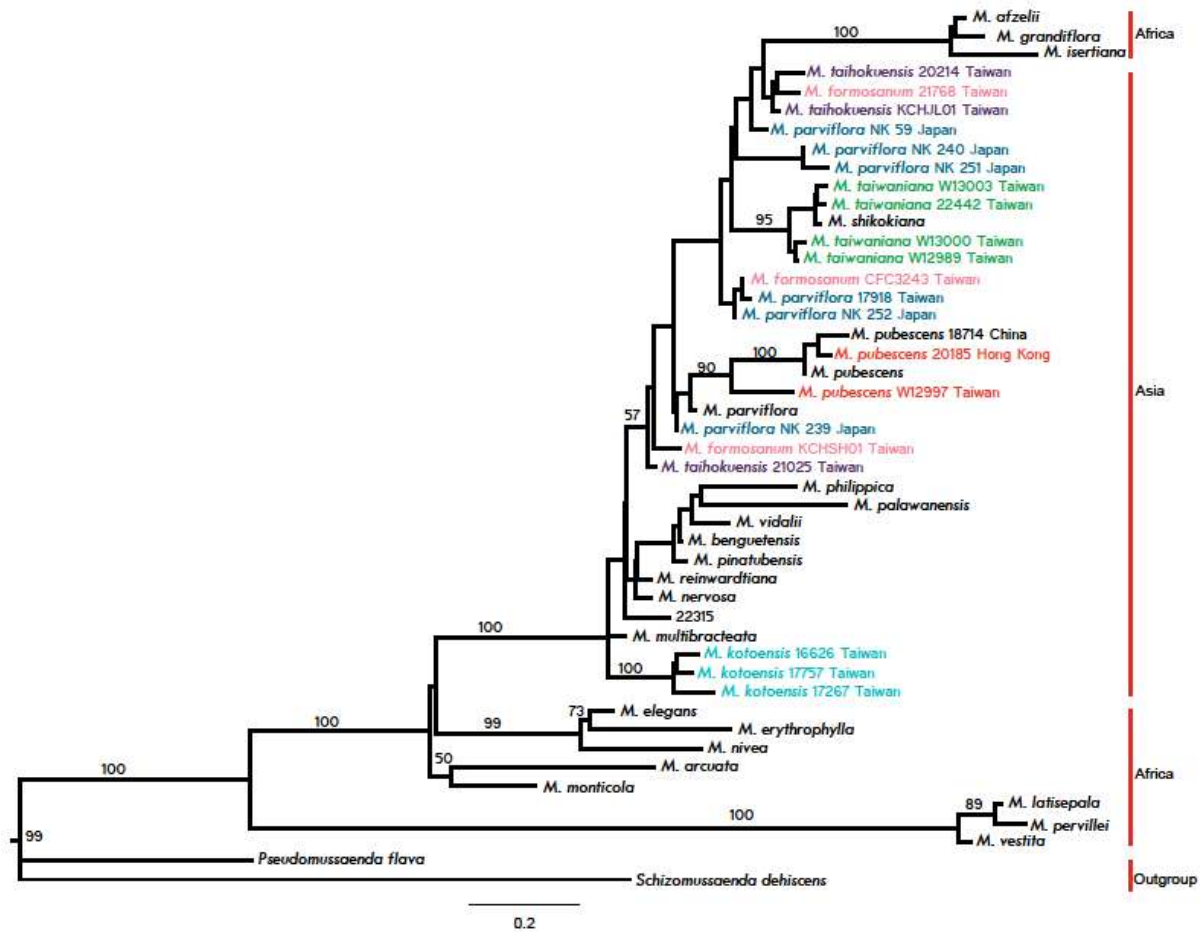


圖 29：以細胞核內核糖體中間區（nrITS）的序列資料依照貝葉式導出分析所建構的譜系樹。分支上數值為後驗概率（posterior probability）的數值。形態分類群以顏色做區別。採集編號後表示採集地點。

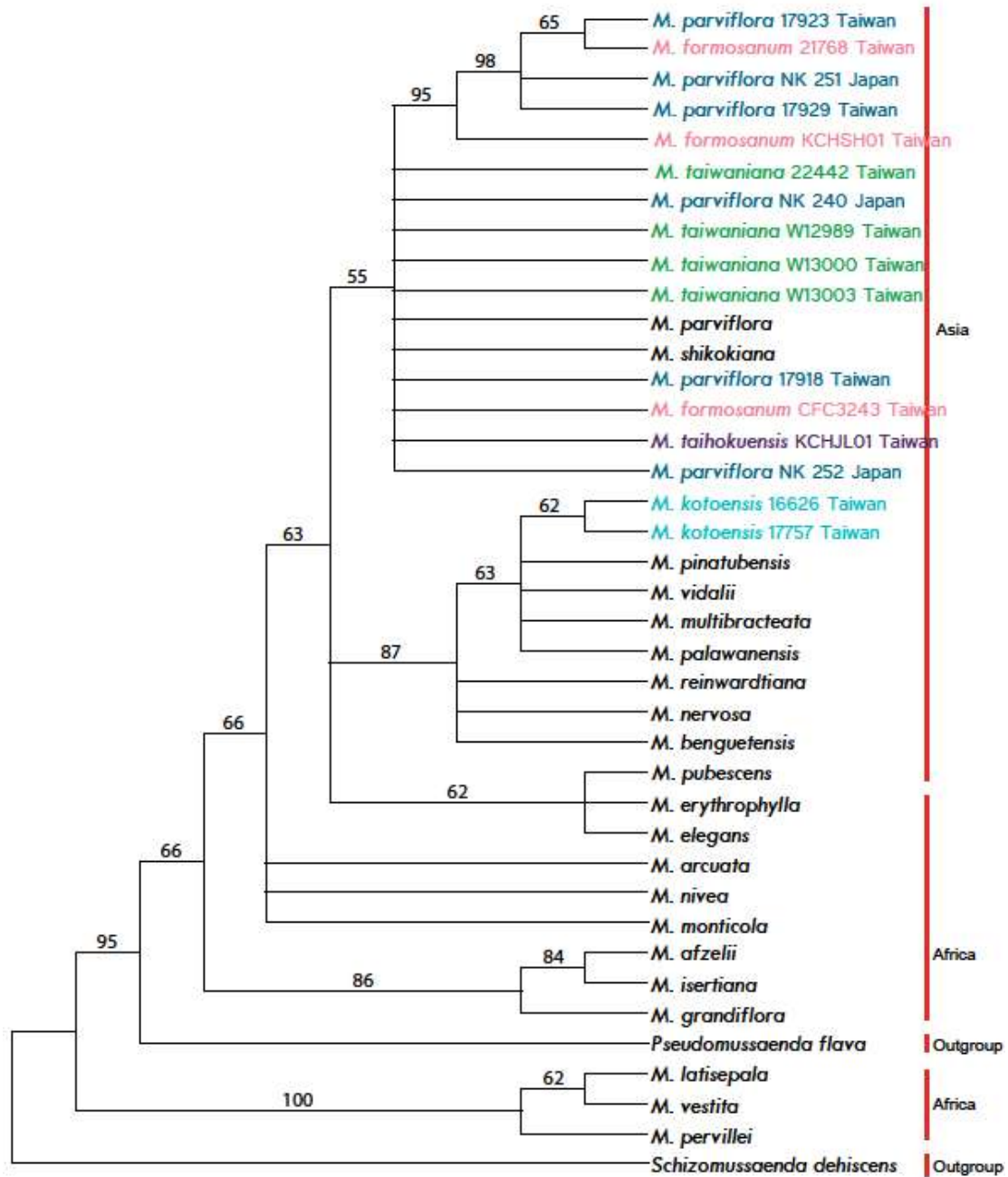


圖 30：以葉綠體內 *trnT-trnF* 片段的序列資料依照最簡約分析所建構的譜系樹。分支上數值為利用簡約分析運算方式的誘導式搜尋，進行 1000 次的隨機特徵重新取樣所得 bootstrap 數值。形態分類群以顏色做區別。採集編號後表示採集地點。

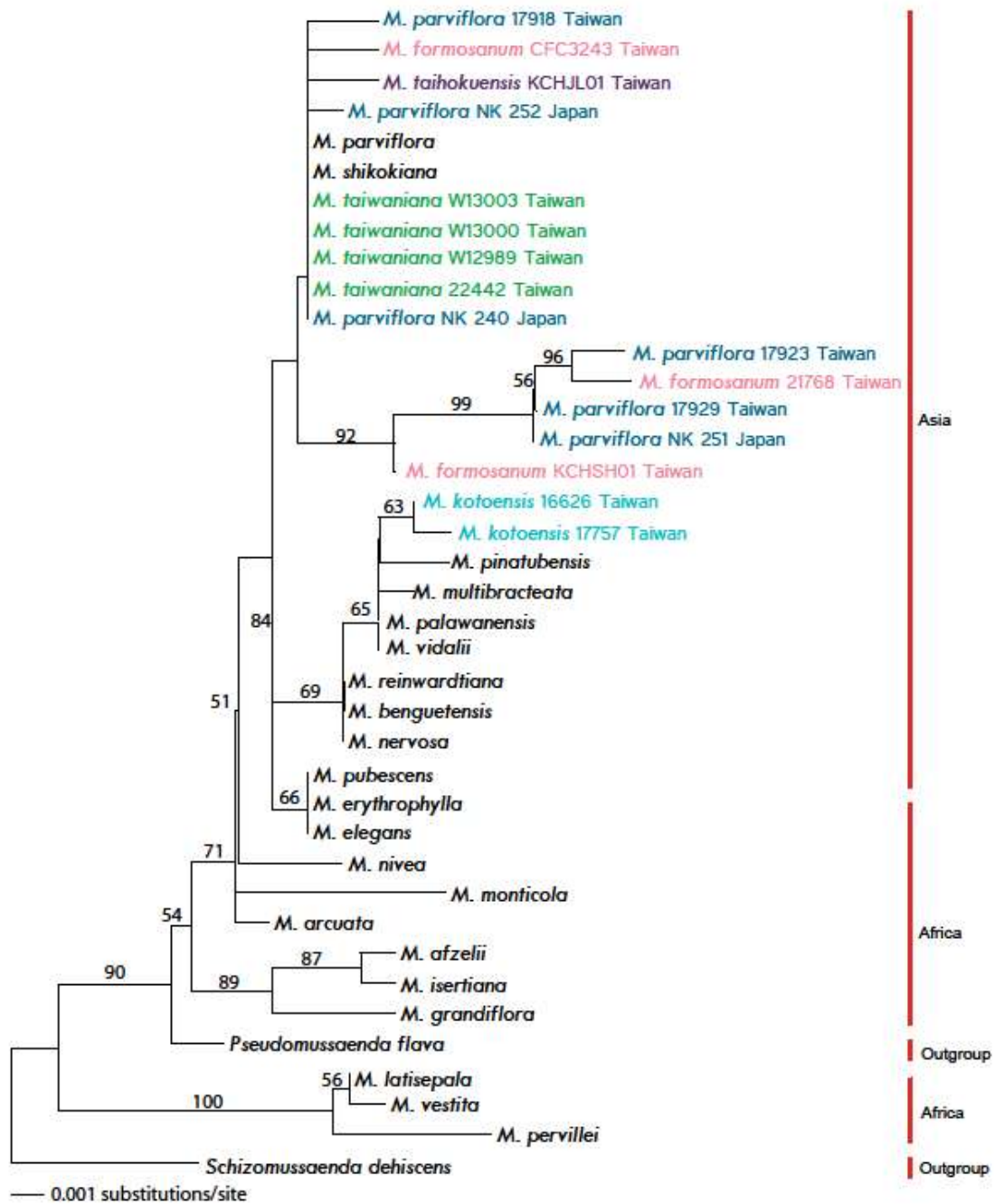


圖 31：以葉綠體內 *trnT-trnF* 片段的序列資料依照鄰近連接分析所建構的譜系樹。分支上數值為利用鄰近連接分析運算方式，進行 1000 次的隨機特徵重新取樣所得 bootstrap 數值。形態分類群以顏色做區別。採集編號後表示採集地點。

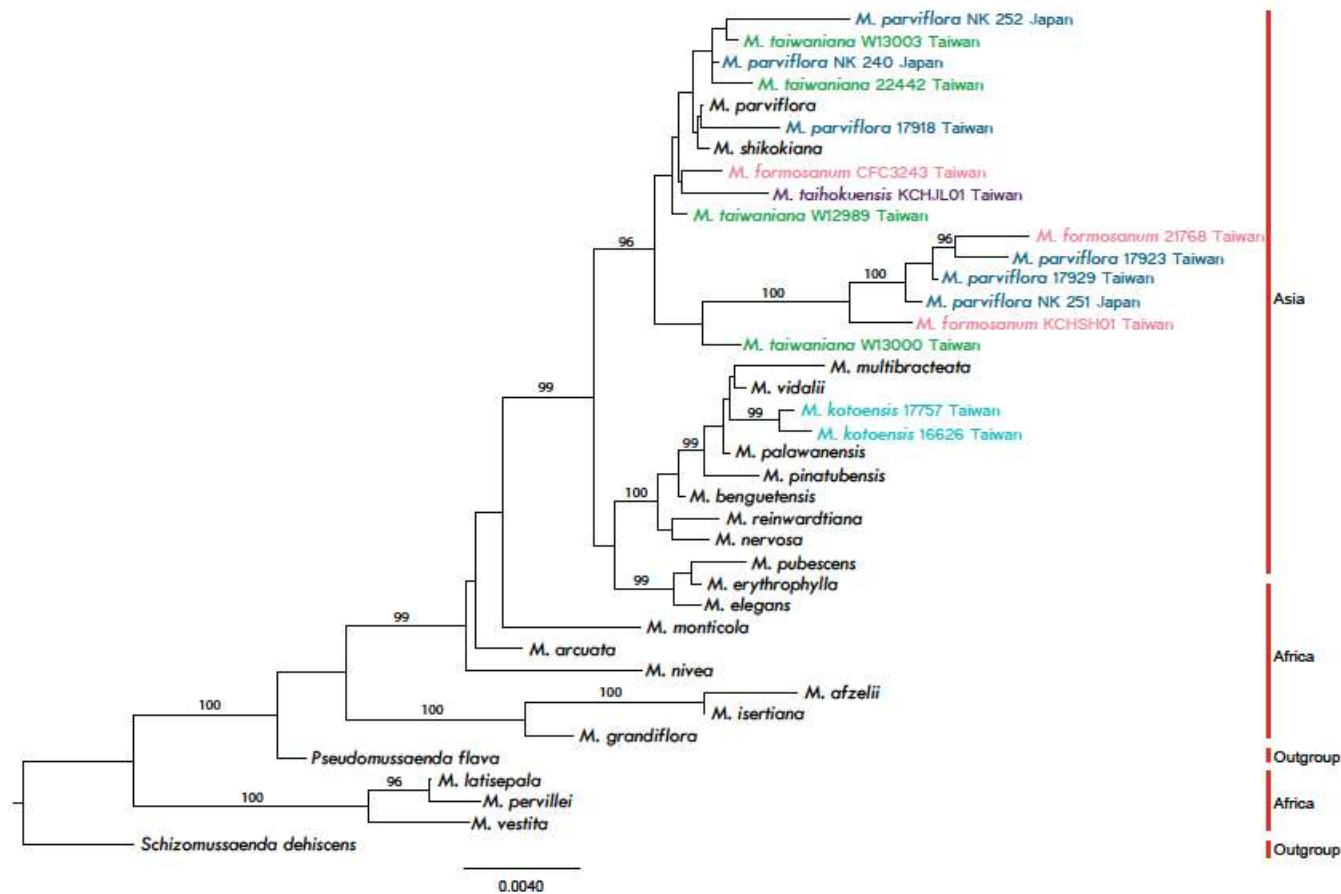


圖 32: 以葉綠體內 *trnT-trnF* 片段的序列資料依照貝葉式導出分析所建構的譜系樹。分支上數值為後驗概率 (posterior probability) 的數值。形態分類群以顏色做區別。採集編號後表示採集地點。

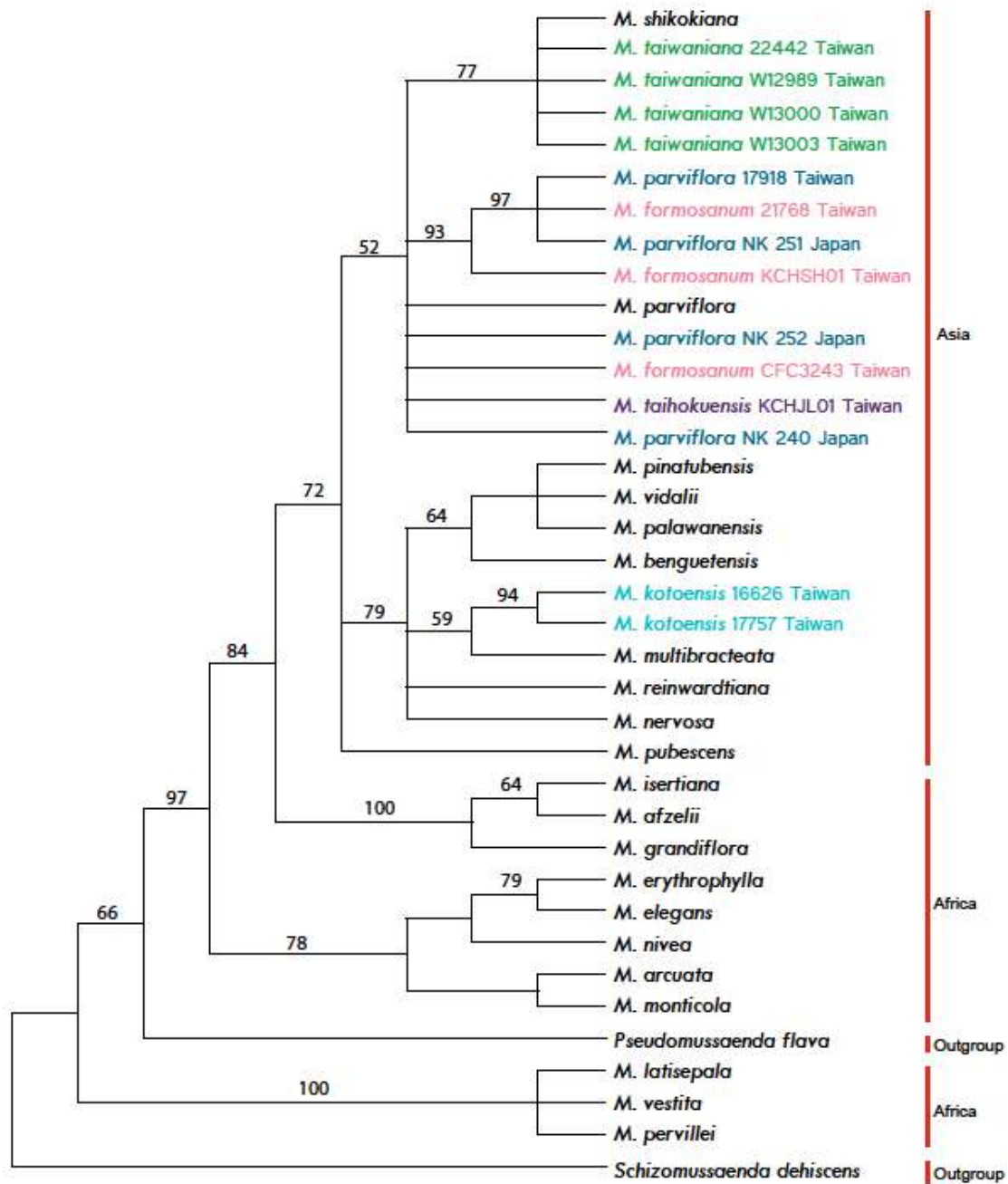


圖 33：合併 nrITS 及 *trnT-trnF* 片段的序列資料依照最簡約分析所建構的譜系樹。分支上數值為利用簡約分析運算方式的誘導式搜尋，進行 1000 次的隨機特徵重新取樣所得 bootstrap 數值。形態分類群以顏色做區別。採集編號後表示採集地點。

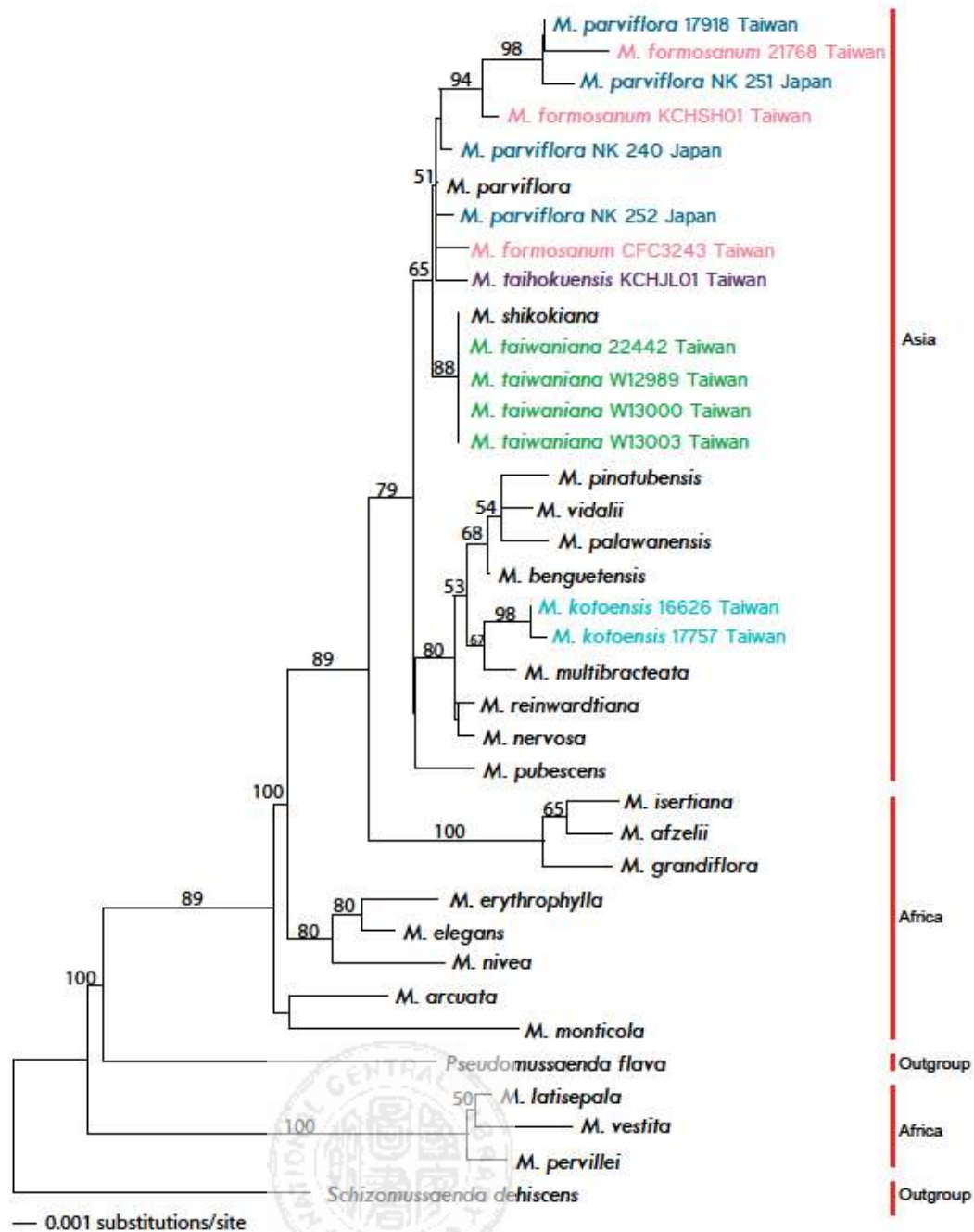


圖 34：合併 nrITS 及 *trnT-trnF* 片段的序列資料依照鄰近連接分析所建構的譜系樹。分支上數值為利用鄰近連接分析運算方式，進行 1000 次的隨機特徵重新取樣所得 bootstrap 數值。形態分類群以顏色做區別。採集編號後表示採集地點。

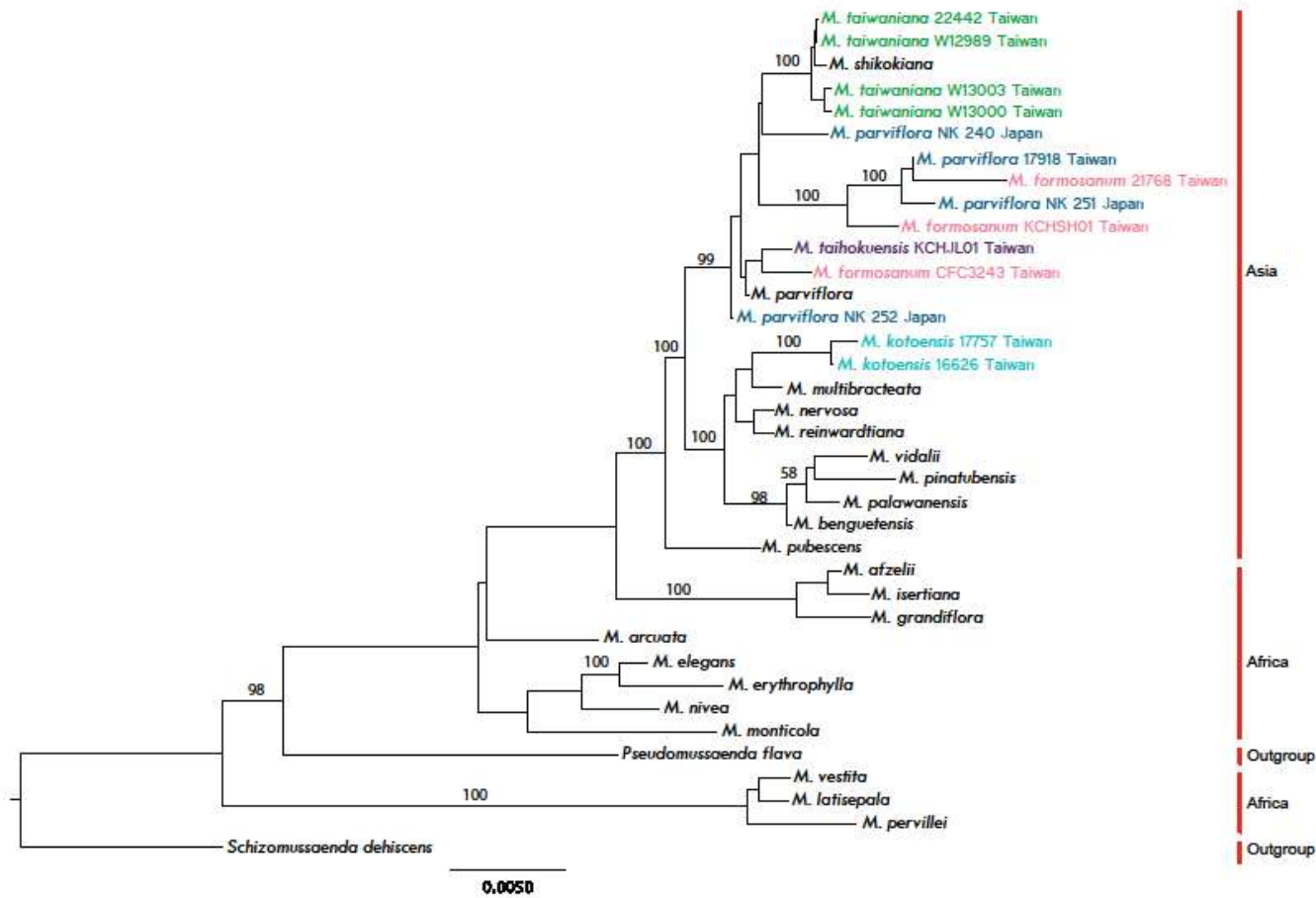


圖 35: 合併 nrITS 及 *trnT-trnF* 片段的序列資料依照貝葉氏導出分析所建構的譜系樹。分支上數值為後驗概率 (posterior probability) 的數值。形態分類群以顏色做區別。採集編號後表示採集地點。