

研究報告

林下養蜂之粉源植物分子鑑定分析

趙怡姍¹、陳陽發²

摘要

養蜂是林下經濟產品的重要來源，而花粉不僅是產品的一種，也是瞭解蜜蜂食性的重要途徑。本研究目的為探討臺灣大學生物資源暨農學院實驗林營林區飼養之西洋蜂所採食花粉的來源。2021年1月至2022年6月，每月收集花粉萃取其DNA，選用植物常用的片段ITS以次世代定序方法，基於DNA條碼的原理鑑定其中的植物物種，建立名錄。研究發現粉源植物共28科58種，其中外來種植物佔34種，原生植物佔24種，又就花粉量比例來看，各月份的外來種多大於95%，高比例的外來種，可能與附近人類活動，及外來種多花而花期長有關。其中梅、竹子與茶的花粉在特定月份產量高，有發展特色商品的潛力。

關鍵詞：*Apis mellifera*，DNA條碼、林下養蜂、粉源植物、林下經濟

趙怡姍、陳陽發。2024。林下養蜂之粉源植物分子鑑定分析。台灣林業科學39(1):53-68。

¹ 國立臺灣師範大學生命科學院，116059臺北市文山區汀州路四段88號 School of Life Science, National Taiwan Normal University, No. 88, Sec. 4, Tingzhou Rd., Taipei, 116059, Taiwan.

² 國立臺灣大學生物資源暨農學院實驗林管理處，557004南投縣竹山鎮前山路一段12號 The Experimental Forest College of Bioresources and Agriculture, National Taiwan University. No. 12, Sec. 1, Qianshan Rd., Zhushan Township, Nantou County, 557004, Taiwan.

通訊作者：陳陽發 Corresponding author, Young-Fa Chen, E-mail: fatybug@gmail.com

2023年10月送審2024年1月通過。Received October 2023, Accepted January 2024.

Research paper

A DNA Barcode-Based Survey of Forest Beekeeping Pollen Plants

Yi-Shan Chao,¹ Young-Fa Chen²

ABSTRACT

Beekeeping plays an essential role in the forest-based economy, where pollen is both a product and an important resource for gaining insight into honeybee foraging. This study investigated the pollen resource of *Apis mellifera* in the Experimental Forest College of Bioresources and Agriculture at National Taiwan University. Pollen was collected and the DNA was extracted monthly from January 2021 through June 2022. The internal transcribed spacer (ITS) region, a commonly used plant DNA barcode, was sequenced using next-generation sequencing technology to identify and then create a catalog of plant composition of the pollen. The study catalogued pollen from 58 species belonging to 28 plant families, including 34 introduced species and 24 native species. The proportion of pollen from introduced species exceeded 95% of the total each month. This high proportion of introduced species may be associated with human activities in the vicinity and the extended flowering periods of these non-native plants. Notably, we recorded high production of plum, bamboo, and tea pollen in specific months, suggesting potential opportunities for developing specialty products.

Keywords: *Apis mellifera*, DNA barcode, forest beekeeping, pollen plants, under-forest economy
Yi-Shan Chao, Young-Fa Chen. 2024. A DNA Barcode-Based Survey of Forest Beekeeping Pollen Plants. *Taiwan J For Sci* 39(1):53-68.

前言

蜜蜂是重要的植物授粉媒介，全世界近年西洋蜂出現消失現象，稱為蜂群衰竭失調症(colony collapse disorder, CCD) (Stokstad 2007, Wang et al. 2009, Potts et al. 2010)，棲地受到破壞、食物資源匱乏、營養不良影響蜜蜂健康，衰弱使得病害更容易發生和擴散(Chandra et al. 2019, Atanasov et al. 2021, Flores et al. 2021)。植物花朵的花蜜及花粉是蜜蜂的營養來源，其中花粉則提供蛋白質、脂質及其他微量營養素，也是蜜蜂唯一的蛋白質來源(Di Pasquale et al. 2013, Vaudo et al. 2015)，故不同花粉的蛋白質含量也可能影響蜜蜂採粉的偏好(Vaudo et al. 2020, Barascou et al. 2021)。

臺灣有2種蜜蜂，東方蜂(*Apis cerana*)為原生種類，廣泛分佈在臺灣全島的平原到3000公尺的高山，多為野生狀態，少數人為飼養；西洋蜂(*Apis mellifera*)或稱歐洲蜂，是約100年前由日本人引入的外來種，也是目前臺灣養蜂業普遍飼養的物種。臺大實驗林管理處於2019年8月開始於清水溝營林區內之已廢校(2006年)之鳳凰國小隆田分校進行初步蜜蜂飼育試驗。隆田分校週圍環境中植物可提供蜜蜂充足之粉源，2019至2010年共計採收蜂蜜約200臺斤。

森林環境中複雜的植物相，相較於一般養蜂以特定農作物為主，蜜蜂獲得多樣化的食物來源，採收所得之花粉及蜂蜜量相對穩定，且風味良好，目前在臺灣市場上已有少量的產品。然而因為森林環境的複雜，花粉、蜂蜜等蜂產品來源植物的不確定，確認環境中的蜜粉源植物是挑選蜂場之重要先決條件，蜂農須藉此評估蜂產品生產潛能。傳統上調查特定區域之粉源植物的方法分為兩種，包括目視法和孢粉法。目視法最常用，在蜂箱附近觀察蜜蜂採集花粉並記錄植物種類，優點是除了獲得粉源植物資料外，同時能觀察記錄蜜蜂採集行為、植物生長環境及開花特性等，直觀且操作簡易(Jeng et al. 1986, Hsu, 2018)；缺點是野外調查耗費時間人力，西洋蜂活動範圍半徑為5至10公里(Beekman & Ratnieks 2000, Hagler et al. 2011)，難以完整調查，又調查人員須

具備植物分類鑑識能力，仍無法避免誤判植物種類。孢粉法是收集蜂花粉以顯微鏡觀察花粉，以形態鑑定植物物種(Shubharani et al. 2013, Pucion-Jakubik et al. 2020, Rasyiid & Susandarini 2020)。優點為免除野外調查作業，大多為實驗室工作；缺點為調查人員須具備孢粉分類知識，且設備成較高，一般光學顯微鏡的解析力可能不足，需掃描電子顯微鏡輔助，但部分物種花粉形態相似仍不易區別鑑別度(Rahl 2008, Khansari et al. 2012)。孢粉形態研究應用於臺灣蜂蜜產地鑑定技術(Yang 2012, Yang et al. 2012)，後來並有配合生命條碼鑑定使用(Hsu & Luo 2021)。

以分子序列鑑定物種的生命條碼(DNA barcodes) (Hebert et al. 2003, Group, 2009)，近年來廣泛使用在花粉鑑定上。與目視法和孢粉法相比，花粉DNA代謝條形碼技術具有高速、更高的分類分辨率和更少的專業人員的優勢(Hawkins et al. 2015, Bell et al. 2016, Milla et al. 2021)。先前的研究使用了葉綠體標記物，如*rbcL*、*trnH-psbA*和*trnL*(Valentini et al. 2010, Galimberti et al. 2014, Bruni et al. 2015)或核基因ITS(targeted internal transcribed spacer)和ITS2區域(Keller et al. 2015, Richardson et al. 2015)。近期應用於花粉 DNA 研究的組合有*rbcL* + *matK* (Richardson et al. 2015)、*rbcL* + *trnH-psbA* (Galimberti et al. 2014, Bruni et al. 2015)及*rbcL* + *ITS* (Bell et al. 2016)等，針對其一致性、序列品質和鑑別力，*rbcL*和*matK*的組合在植物鑑定時最佳。然考慮到單一片段時，比較其他片段，ITS的片段較短且鑑別力高，特別是屬間，且其通用引子相對容易增幅，較易取得序列資料(Hollingsworth et al. 2011, Keller et al. 2015, Richardson et al. 2015)，本研究嘗試利用ITS2的組合鑑定蜂花粉來源植物，評估此方法應用之可行性。然如同上述，生命條碼的缺點是可能在PCR對不同物種擴增程度不同，可能造成物種定量的問題，甚至進一步造成物種種類的偏差(Arstringstall et al. 2023)。

林下養蜂能收穫有別於傳統養蜂的特殊的產品，然因為森林內物種多樣性有別於養蜂慣行的農業環境，蜂花粉的來源與組成難以得知。為瞭

解清水溝營林區飼育之蜜蜂所採集之花粉詳細植物種類，本研究進行花粉分子鑑定，利用ITS2片段以次世代定序方法，取樣時間考慮養蜂基地中不同月份或季節，以得知全年之蜂產品來源植物資料，研究結果將做為臺大實驗林林下養蜂試驗的基礎背景資料。

材料與方法

花粉樣本來源

以2021年3月至7月於隆田分校，惟避免人為干擾而調整，8月起至2022年6月於清水溝營林區辦公室收集之花粉樣本，蜂箱位置的設置均在清水溝營林區內。

花粉DNA萃取及分子鑑定

(一)花粉DNA萃取

分別取各樣區各月之花粉團樣本，將每個樣本各種不同顏色的花粉塊，以人為觀察分別，各挑2-4顆，以研鉢上加入液態氮磨碎後，DNA萃取方法利用修改後cetyltrimethyl ammonium bromide (CTAB)快速萃取法(Allen et al. 2006)進行，萃取後的DNA溶於100 μ L之無菌水，以DNA/RNA Calculator GeneQuant II測定濃度，並稀釋至20 ng/ μ L置於-20°C備用，原液保存在-80°C狀態。

(二)次世代定序樣品製備

DNA barcoding選用ITS2之通用引子，pollen.ITS2_F - ATGCGATACTTGGTGTGAAT，pollen.ITS2_R-GACGCTTCTCCAGACTACAAT (Richardson et al. 2015)，將ITS2 primer於5'端接上Illumina Barcode Adapters(Archer™ MBC Adapters Set, ArcherDX, Inc. USA)，分別設計數組用以標示各不同樣本。各樣本使用KOD FX Neo Taq (TOYOBO Co., Ltd. Japan)進行PCR，擴增53-55度為黏合溫度，PCR重複循環20次。PCR產物在純化後。將所得產物交由定序公司加上adapter後，混合(pooling)，以Illumina Miseq 300 pair-end平台進行定序。

(三)資料分析

次世代定序所得序列資料先以軟體FastQC (Andrews 2010)檢查序列品質，再以Trimmomatic (Bolger et al. 2014)去除adapter，利用PEAR 0.9.8 (Paired-End reAd merger (Zhang et al. 2013)連接R1、R2兩端定序結果，再使用PURC軟體(Pipeline for Untangling Reticulate Complex, (Rothfels et al. 2017)進行序列整理。PURC整合了BLAST+ v2.4 (Camacho et al. 2009) (將序列與本地資料庫reference sequence做blast)、以CUTADAPT (Martin 2011)去除barcode和引子、以MUSCLE v.3.8.31 (Edgar 2004)計算每個cluster sequences的read number，再以USEARCH v.8.1 (Edgar 2010) cluster相同的序列，後續用UCHIME (Edgar et al. 2011)去除序列中的嵌合體(chimeras)以及可能的PCR-mediated recombinants，最後為序列加上片段及樣本名。

經PURC分析後，可知各樣本可分成多少個簇集(cluster)、簇集序列與簇集讀值(cluster read size)。將所有各樣本分出的簇集序列集成一個fasta檔，以軟體BioEdit (Hall 1999)中的MUSCLE (Edgar 2004)進行排序，再以DnaSP 6.0 (Rozas et al. 2017)進行單型(haplotype)分析，相同的序列定義為同一個單型。以單型為單位利用NCBI上的GenBank進行Blast鑑定，每個單型取前5個結果，與當地植群調查資料(周宏祈 et al. under review)及臺灣植物資料比較對照，找出最可能的物種，確認物種名，據以回推各樣本中的物種。

結果

研究結果包括14個樣本，平均每個月取樣一次，惟9月和11月因為雨天而未能取樣，而3、4、5月份有在110年與111年各取樣一次(Fig. 1)。定序結果個別樣本讀取條數(read number)在13,144到52,617之間，篩選整理後的讀取條數在10,819至47,704之間(Table 1)。序列資料與GenBank比對之後，在物種鑑別力上，物種鑑定上，能確認物種的有44種，部分物種因為其ITS段的屬下種間差異小而難以區別有11條序列，得以對應到不同屬。比較當地植物分布的資料後，進一步推論出青剛



Fig. 1. Samples of pollen grains analyzed in this study exhibit different colors due to variations of plant species.

Table 1. Read number obtained from individual samples using next-generation sequencing; raw data and clear data (after filtering)

	Mar-21	Apr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Aug-21	Oct-21	Dec-21
Raw	14,808	12,082	13,144	15,400	20,954	14,521	30,527	31,363
Clean	13,247	10,819	11,828	13,943	18,287	12,897	27,200	27,377
Clean / Raw	89%	90%	90%	91%	87%	89%	89%	87%
	Jan-22	Feb-22	Mar-22	Apr-22	May-22	Jun-22		
Raw	26,398	21,801	27,639	31,900	52,617	34,236		
Clean	23,645	19,633	25,158	28,129	47,704	30,424		
Clean / Raw	90%	90%	91%	88%	91%	89%		

櫟、蔓黃菀、通條樹、和野豌豆。油桐屬中對應其測得的月份與花期，推論為三年桐，而非千年桐。梅屬因為當地的梅屬僅有3種，包括梅、山櫻花和黃土樹，花期分別為1月、2至4月，10月至12月，以此分別種名。許多農作物是同一種內的，不同栽培種，ITS難以區別，比如辣椒、青椒和甜椒都是*Capsicum annum* L.，以甜椒記錄；白菜、蕪菁、油菜，都是*Brassica rapa* L.，以油菜記錄。其他未能鑑定到種的屬為泡桐屬、闊苞菊屬、針茅屬、風鈴木屬、莢屬共四個屬。

全部花粉分析結果含植物種類28科55種。裸

子植物1科2種，單子葉植物1科5種，雙子葉植物26科50種。其中以菊科(Asteraceae)種數11種為最多，豆科(Fabaceae)6種次之(附件一)。19個歸化種，13個栽培種，24個原生種，含1個特有種(臺灣羊桃)。比較原生種與外來種，分別為24及34個種，外來種居多。

為除去定序中樣本濃度對各個物種序列讀取條數的影響，樣本間的物種比較都以各別樣本的總讀取數為分母計算，以百分比(%)分析比較。排序出物種在花粉中的佔比數，前20個物種及在不同樣本中的佔比例於Table 1中。20個物種中

外來種為主，大花咸豐草、紫花藿香薊、白花鬼針是強勢的歸化種，全年的花粉均可見，而農作物也成為蜜蜂重要的粉源，包括茶、油菜、和甜椒。其中有8個物種為本土種，且佔比只有葎草2.71%較高，其他均小於1%，依序為相思樹、蔓黃菀、山黃麻、青剛櫟、臺灣羊桃、梅屬、莢屬。其中梅屬植物可能與附近的栽種梅子相關。另外，裸子植物的花粉紀錄與附近柳杉和杉木的造林有關，出現在2月和8月。

調查結果中20個物種佔比最高的月份可與花季大致吻合(Table 2) (花期物候；陳陽發，個人通訊)。大花咸豐草、紫花藿香薊、白花鬼針為全年花季；銀合歡花季5-10月，本研究中佔比最多為8月；山黃麻3-8月，本研究中佔比最多為4月；三年桐4-7月，本研究中佔比最多為8月。另外，茶樹開花為11-2月，本研究中佔比最多為12月。

比較各個樣本(各月份)的花粉來源物種，各月份花粉中的物種多樣性在10種至30種之間，並未發現與季節有明顯關聯(Table 3)，如冬季常被認為開花植物少，但物種數最少出現在2022年6月，而12月和1月的種數分別為16及30種。比較各樣本中物種的佔比，除7月為葎草外，均以外來種居首，其他月份大花咸豐草常為最多或次多，2022年3月為饑荒草，2022年4月為銀合歡例外。大花咸豐草的花粉為橘紅色，反應在花粉樣本上，亦可由顏色區分當月是否以大花咸豐草花粉的數量最多。而這種外來種居多的情形，由各樣本中花粉數的比例尤其明顯，Fig. 2中可見各樣本中外來種比例多大於95%，除了2021和2022兩年的4月分別為93%和94%，以及7月時為58%。比較Table 2中的物種，2021和2022的4月分別有較多的山黃麻和臺灣羊桃，而7月則為大量的葎草。

討論

本研究以次世代定序配合DNA分子條碼的方式，得以快速地鑑定蜜蜂的粉源植物，並以不同的月份的採集分析，比較蜜蜂在不同月份的食性變化，用以建立臺大實驗林林下養蜂之蜂產品資

料庫，並做為未來林下養蜂產業的經營參考。

特別的是，本研究所得植物名錄與當地的植被調查結果有落差，比較2021年蜜粉源植物調查(周宏祈 et al. under review)不同，其中維管束植物103科404種，包括蕨類植物18科73種，裸子植物1科1種，單子葉植物11科54種，雙子葉植物73科276種。依據國內蜜源植物資料及前人的研究文獻，對蜜源植物進行分類後，共計有31科60種蜜源植物。只有23種與之前調查中的蜜源植物相符(周宏祈 et al. under review)，包括藿香薊、紫花藿香薊、大花咸豐草、昭和草、葎草、蔓黃菀、相思樹、杜虹花、茶、青剛櫟、龍眼、九芎、馬櫻丹、銀合歡、楓香、血桐、小葉桑、黃土樹、山黃麻、三年桐、雙面刺、臺灣櫟、小花蔓澤蘭。而其中列於蜜源植物名單上的只有5種，包括紫花藿香薊、大花咸豐草、銀合歡、山黃麻、三年桐。

這種差異與附近農田和人類居住活動相關，如較多樣的外來植物，尤其是栽培種。本研究結果顯示外來種作為蜜蜂食物來源的重要性，與國外資料相符(Koyama et al. 2018)。另一方面，一般樣區調查的劃設會避開人為活動干擾較大的地區。西洋蜂的飛行距離大多為3-5公里(Beekman & Ratnieks 2000)，其採集花粉的資料亦可做為另一類植物普查的資料來源(Leontidou et al. 2021, Milla et al. 2021)，增加對營林區附近植物多樣性的認識。例如，研究中發現人為栽種的竹子四種，不僅是2021年植物調查中未曾發現，也是對蜜蜂食性認識的一個特別的發現。

本研究的設計及進行上有幾個地方未來需要調整。一、取樣的地點的選擇。因為養蜂需減少人為干擾，本研究規劃之初環境是穩定的，然後來有不可抗拒之因素而必需改動。二、花粉取樣的方式。實驗設計時，因為發現大花咸豐草之類的菊科植物，橙色的花粉塊數量極大，定序時的排擠效應很可能使得其他物種訊號太低而無法得到，所以採用人為挑選花粉塊的方式，但這使得最後結果的比例可能不準確。

考慮未來花粉的產品發展，有幾個月花粉可能具有發展潛力，1月的梅花佔5%，2月的

Table 2. Percentage of individual species in the pollen samples. Displaying the top 20 species of pollen and samples with the highest quantity (highlighted in bold, along with corresponding months)

	Mar-21	Apr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Aug-21	Oct-21	Dec-21	Jan-22	Feb-22	Mar-22	Apr-22	May-22	Jun-22	Total
1 <i>Bidens alba</i> var. <i>radiata</i>	27.61	38.50	87.22	89.53	17.18	37.77	85.62	56.52	66.83	87.99	12.00	7.11	88.98	30.48	52.38
2 <i>Ageratum conyzoides</i>	59.20	1.91	0.45	0.66	1.25	18.81	0.11	3.32	3.78	0.46	8.85	17.05	1.88	39.43	11.23
3 <i>Leucaena leucocephala</i>	0.31	10.62	0.04	0.36	2.61	35.57	0.13	1.37	0.41	0.47	6.55	52.48	-	0.03	7.92
4 <i>Erechtites hieracifolius</i>	0.03	0.05	0.06	-	0.03	0.10	0.04	0.05	0.77	0.16	28.30	1.63	2.12	16.11	3.53
5 <i>Bidens pilosa</i>	1.55	1.72	4.63	4.96	1.45	1.77	4.12	4.24	5.00	4.65	0.41	0.25	5.52	1.36	2.97
6 <i>Camellia sinensis</i>	0.03	0.07	-	0.06	0.18	0.10	0.46	33.33	3.18	0.03	0.41	1.80	-	-	2.83
7 <i>Vicia sativa</i> subsp. <i>nigra</i>	0.43	38.11	0.09	0.12	-	0.07	-	0.02	-	0.08	-	0.01	-	0.02	2.78
8 <i>Humulus scandens</i> #	0.21	0.10	0.44	3.00	33.48	0.11	0.08	0.21	0.05	-	0.25	0.01	0.03	-	2.71
9 <i>Dendrocalamus strictus</i>	0.17	-	0.07	0.17	25.27	0.19	5.96	0.07	0.47	-	0.03	-	0.02	-	2.32
10 <i>Brassica rapa</i>	0.19	-	0.04	-	-	-	0.01	-	0.54	0.05	19.45	0.05	-	-	1.45
11 <i>Capsicum annuum</i> var. <i>grossum</i>	0.01	0.05	-	0.17	4.19	0.06	0.01	-	2.98	0.05	-	0.01	0.06	9.38	1.21
12 <i>Desmanthus virgatus</i>	0.03	0.53	-	0.07	0.07	3.13	0.01	0.18	0.01	0.04	1.03	9.29	-	0.01	1.03
13 <i>Acacia confusa</i> #	0.04	-	0.04	-	7.81	0.04	1.77	0.10	0.07	-	0.03	0.03	0.01	-	0.71
14 <i>Senecio scandens</i> #	-	0.02	0.03	-	0.04	-	-	-	0.28	0.07	6.61	0.30	0.31	1.90	0.68
15 <i>Trema orientalis</i> #	0.08	7.06	0.03	0.05	-	0.07	0.06	-	0.01	0.02	1.34	0.05	-	0.01	0.63
16 <i>Quercus glauca</i> #	0.01	0.07	6.16	0.06	-	-	-	-	0.02	0.01	2.28	0.01	-	-	0.62
17 <i>Solanum americanum</i>	-	-	0.03	-	-	-	0.02	-	0.58	0.03	6.36	0.01	-	-	0.50
18 <i>Actinidia chinensis</i> var. <i>setosa</i> #	-	-	0.01	0.03	-	-	-	0.10	0.03	0.01	0.78	5.90	-	-	0.49
19 <i>Prunus</i> sp. #	0.06	0.02	-	-	0.07	0.01	-	-	5.24	0.67	0.06	0.01	-	-	0.44
20 <i>Viburnum</i> sp.#	0.04	-	-	-	0.01	-	-	-	5.47	0.40	0.03	0.01	-	-	0.43

Native species

No.	Mar-21	30 spp.	Apr-21	18 spp.	May-21	24 spp.	Jun-21	20 spp.	Jul-21	30 spp.	Aug-21	30 spp.	Oct-21	29 spp.							
	Species	E/N	%	Species	E/N	%	Species	E/N	%	Species	E/N	%	Species	E/N	%						
16	<i>Liquidambar formosana</i>	N	0.06	<i>Senecio scandens</i>	E	0.02	<i>Crassocephalum crepidioides</i>	E	0.03	<i>Actinidia chinensis</i> var. <i>setosa</i>	N	0.03	<i>Mimosa pudica</i>	E	0.28	<i>Capsicum annuum</i> var. <i>grossum</i>	E	0.06	<i>Melocanna baccifera</i>	N	0.05
17	<i>Prunus campanulata</i>	N	0.06	<i>Prunus campanulata</i>	N	0.02	<i>Senecio scandens</i>	E	0.03	<i>Callicarpa rubella</i>	E	0.02	<i>Cucumis sativus</i>	E	0.24	<i>Acacia confusa</i>	N	0.04	<i>Erechtites hieracifolius</i>	E	0.04
18	<i>Acacia confusa</i>	N	0.04	<i>Vernicia fordii</i>	E	0.02	<i>Solanum americanum</i>	E	0.03	<i>Morus australis</i>	E	0.02	<i>Camellia sinensis</i>	E	0.18	<i>Macaranga tanarius</i>	N	0.03	<i>Luffa cylindrica</i>	E	0.04
19	<i>Viburnum</i> sp.	N	0.04				<i>Trema orientalis</i>	N	0.03	<i>Pluchea</i> sp.	N	0.01	<i>Melocanna baccifera</i>	E	0.16	<i>Ageratum conyzoides</i>	E	0.01	<i>Chusquea</i> sp.	E	0.03
20	<i>Ageratum conyzoides</i>	E	0.03				<i>Pluchea</i> sp.	N	0.01	<i>Dendrocalamus giganteus</i>	E	0.01	<i>Chusquea</i> sp.	E	0.10	<i>Bidens bipinnata</i>	E	0.01	<i>Bidens bipinnata</i>	E	0.02
21	<i>Desmanthus virgatus</i>	E	0.03				<i>Raphanus sativus</i>	E	0.01				<i>Desmanthus virgatus</i>	E	0.07	<i>Crassocephalum crepidioides</i>	E	0.01	<i>Solanum americanum</i>	E	0.02
22	<i>Erechtites hieracifolius</i>	E	0.03				<i>Actinidia chinensis</i> var. <i>setosa</i>	N	0.01				<i>Prunus zippeliana</i>	N	0.07	<i>Cryptomeria japonica</i>	E	0.01	<i>Brassica napus</i>	E	0.01
23	<i>Camellia sinensis</i>	E	0.03				<i>Dendrocalamus latiflorus</i>	E	0.01				<i>Senecio scandens</i>	E	0.04	<i>Cunninghamia lanceolata</i>	N	0.01	<i>Brassica rapa</i>	E	0.01
24	<i>Medelia trilobata</i>	E	0.01				<i>Tabebuia</i> sp.	E	0.01				<i>Morus australis</i>	E	0.04	<i>Dendrocalamus latiflorus</i>	E	0.01	<i>Desmanthus virgatus</i>	E	0.01
25	<i>Trifolium alexandrinum</i>	E	0.01										<i>Erechtites hieracifolius</i>	E	0.03	<i>Euphorbia longana</i>	E	0.01	<i>Crassocephalum crepidioides</i>	E	0.01
26	<i>Callicarpa rubella</i>	E	0.01										<i>Pluchea</i> sp.	N	0.03	<i>Melocanna baccifera</i>	N	0.01	<i>Mimosa pudica</i>	E	0.01
27	<i>Capsicum annuum</i> var. <i>grossum</i>	E	0.01										<i>Bidens bipinnata</i>	E	0.01	<i>Myrica rubra</i>	N	0.01	<i>Callicarpa rubella</i>	E	0.01
28	<i>Dendrocalamus giganteus</i>	E	0.01										<i>Raphanus sativus</i>	E	0.01	<i>Prunus zippeliana</i>	N	0.01	<i>Capsicum annuum</i> var. <i>grossum</i>	E	0.01
29	<i>Quercus glauca</i>	N	0.01										<i>Paulownia</i> sp.	E	0.01	<i>Zelkova serrata</i>	N	0.01	<i>Vernicia fordii</i>	E	0.01
30	<i>Rubus hui</i>	N	0.01										<i>Vernicia fordii</i>	E	0.01	<i>Cucumis sativus</i>	E	0.01			

Table 3 Continued. Plant species in each pollen sample, exotic (E)/native species (N), and their respective percentages (%)

No.	Dec-21	16 spp.	Jan-22	30 spp.	Feb-22	29 spp.	Mar-22	28 spp.	Apr-22	27 spp.	May-22	14 spp.	Jun-22	10 spp.							
	Species	E/N	%	Species	E/N	%	Species	E/N	%	Species	E/N	%	Species	E/N	%						
1	<i>Bidens alba</i> var. <i>radiata</i>	E	56.52	<i>Bidens alba</i> var. <i>radiata</i>	E	66.83	<i>Bidens alba</i> var. <i>radiata</i>	E	87.99	<i>Erechtites hieracifolius</i>	E	28.30	<i>Leucaena leucocephala</i>	E	52.48	<i>Bidens alba</i> var. <i>radiata</i>	E	88.98	<i>Ageratum conyzoides</i>	E	39.43
2	<i>Camellia sinensis</i>	E	33.33	<i>Viburnum</i> sp.	N	5.47	<i>Bidens pilosa</i>	E	4.65	<i>Brassica rapa</i>	E	19.45	<i>Ageratum conyzoides</i>	E	17.05	<i>Bidens pilosa</i>	E	5.52	<i>Bidens alba</i> var. <i>radiata</i>	E	30.48
3	<i>Bidens pilosa</i>	E	4.24	<i>Prunus mume</i>	N	5.24	<i>Crassocephalum crepidioides</i>	E	1.12	<i>Bidens alba</i> var. <i>radiata</i>	E	12.00	<i>Desmanthus virgatus</i>	E	9.29	<i>Erechtites hieracifolius</i>	E	2.12	<i>Erechtites hieracifolius</i>	E	16.11
4	<i>Ageratum conyzoides</i>	E	3.32	<i>Bidens pilosa</i>	E	5.00	<i>Cryptomeria japonica</i>	E	1.11	<i>Ageratum conyzoides</i>	E	8.85	<i>Bidens alba</i> var. <i>radiata</i>	E	7.11	<i>Ageratum conyzoides</i>	E	1.88	<i>Capsicum annuum</i> var. <i>grossum</i>	E	9.38
5	<i>Leucaena leucocephala</i>	E	1.37	<i>Ageratum conyzoides</i>	E	3.78	<i>Morus australis</i>	E	0.82	<i>Senecio scandens</i>	E	6.61	<i>Senecio scandens</i>	E	5.90	<i>Cucumis sativus</i>	E	0.50	<i>Senecio scandens</i>	E	1.90
6	<i>Mikania micrantha</i>	E	0.41	<i>Camellia sinensis</i>	E	3.18	<i>Prunus campanulata</i>	E	0.67	<i>Leucaena leucocephala</i>	E	6.55	<i>Callicarpa rubella</i>	E	3.65	<i>Senecio scandens</i>	E	0.31	<i>Bidens pilosa</i>	E	1.36
7	<i>Humulus scandens</i>	N	0.21	<i>Myrica rubra</i>	N	2.98	<i>Myrica rubra</i>	N	0.48	<i>Solanum americanum</i>	E	6.36	<i>Camellia sinensis</i>	E	1.80	<i>Callicarpa rubella</i>	E	0.28	<i>Crassocephalum crepidioides</i>	E	0.70
8	<i>Desmanthus virgatus</i>	E	0.18	<i>Liquidambar formosana</i>	N	2.95	<i>Zelkova serrata</i>	N	0.48	<i>Quercus glauca</i>	N	2.28	<i>Erechtites hieracifolius</i>	E	1.63	<i>Trifolium alexandrinum</i>	E	0.20	<i>Rubus hui</i>	N	0.29
9	<i>Acacia confusa</i>	N	0.10	<i>Paulownia</i> sp.	E	0.97	<i>Leucaena leucocephala</i>	E	0.47	<i>Paulownia</i> sp.	E	2.06	<i>Senecio scandens</i>	E	0.30	<i>Capsicum annuum</i> var. <i>grossum</i>	E	0.06	<i>Ageratum conyzoides</i>	E	0.12
10	<i>Actinidia chinensis</i> var. <i>setosa</i>	N	0.10	<i>Erechtites hieracifolius</i>	E	0.77	<i>Ageratum conyzoides</i>	E	0.46	<i>Trema orientalis</i>	N	1.34	<i>Bidens pilosa</i>	E	0.25	<i>Crassocephalum crepidioides</i>	E	0.06	<i>Cucumis sativus</i>	E	0.10
11	<i>Callicarpa rubella</i>	E	0.07	<i>Solanum americanum</i>	E	0.58	<i>Viburnum</i> sp.	N	0.40	<i>Brassica napus</i>	E	1.25	<i>Vernicia fordii</i>	E	0.23	<i>Humulus scandens</i>	N	0.03	<i>Leucaena leucocephala</i>	E	0.03
12	<i>Dendrocalamus strictus</i>	E	0.07	<i>Brassica rapa</i>	E	0.54	<i>Cunninghamia lanceolata</i>	N	0.25	<i>Desmanthus virgatus</i>	E	1.03	<i>Crassocephalum crepidioides</i>	E	0.07	<i>Dendrocalamus strictus</i>	E	0.02	<i>Vicia villosa</i>	E	0.02
13	<i>Erechtites hieracifolius</i>	E	0.05	<i>Dendrocalamus strictus</i>	E	0.47	<i>Cucumis sativus</i>	E	0.25	<i>Actinidia chinensis</i> var. <i>setosa</i>	N	0.78	<i>Brassica rapa</i>	E	0.05	<i>Bidens bipinnata</i>	E	0.01	<i>Callicarpa formosana</i>	N	0.01
14	<i>Vicia sativa</i> subsp. <i>nigra</i>	E	0.02	<i>Leucaena leucocephala</i>	E	0.41	<i>Erechtites hieracifolius</i>	E	0.16	<i>Crassocephalum crepidioides</i>	E	0.53	<i>Trema orientalis</i>	N	0.05	<i>Acacia confusa</i>	N	0.01	<i>Desmanthus virgatus</i>	E	0.01
15	<i>Dendrocalamus giganteus</i>	E	0.02	<i>Senecio scandens</i>	E	0.28	<i>Stachyurus himalaicus</i>	N	0.15	<i>Tabebuia</i> sp.	E	0.53	<i>Acacia confusa</i>	N	0.03	<i>Trema orientalis</i>	N	0.01	<i>Trema orientalis</i>	N	0.01

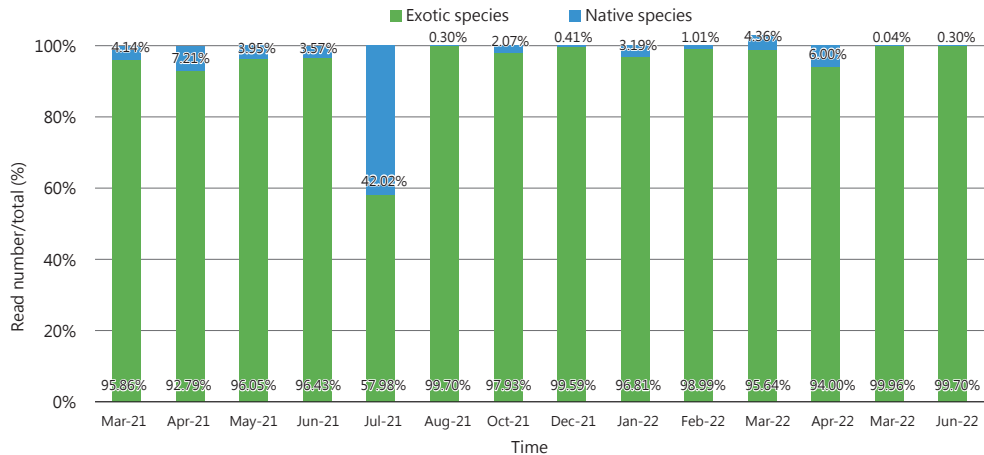


Fig. 2. Ratio of the quantity of exotic species to native species in the pollen of each sample.

櫻花佔0.6%(2至4月中含量比最高時)，7月的印度實竹的花粉可佔25%，12月份時茶屬的花粉可佔33%，這些月份的花粉產品或可作為每年櫻花季，竹文化季及茶花季活動時的亮點，有機會發展具有特色之林下經濟產品。

外來種的花粉對蜜蜂有較大的吸引力，如大花咸豐草、紫花藿香薊、白花鬼針等等，可能因為其在當地族群大，全年開花且花量大，加上草本生長快速，與本土物種花季短花數少相較之下，蜜蜂的取食機會較少。若要選用本土物種為粉源植物，相思樹、青剛櫟可為造林選用物種，而蔓黃菀、莢屬具觀察價值可做園藝推廣。

謝誌

本研究承蒙國立臺灣大學生物資源暨農學院實驗林管理處提供經費補助(111實試A05研究計畫)，實驗中臺大實驗林管理處清水溝營林區同仁在業務上協助，並給與諸多方便，特此感謝。

引用文獻

A Beekman M, Ratnieks FLW. 2000. Long-range foraging by the honey-bee, *Apis mellifera* L. *Funct. Ecol.* 14:490–96. doi: 10.1046/j.1365-

2435.2000.00443.x.

Bell KL, de Vere N, Keller A, Richardson RT, Gous A, Burgess KS, et al. 2016. Pollen DNA barcoding: current applications and future prospects. *Genome* 59:629–40. doi: 10.1139/gen-2015-0200.

Bolger AM, Lohse M, Usadel B. 2014. Trimmomatic: a flexible trimmer for Illumina sequence data. *Bioinformatics* 30:2114–20. doi: 10.1093/bioinformatics/btu170.

Bruni I, Galimberti A, Caridi L, Scaccabarozzi D, De Mattia F, Casiraghi M, et al. 2015. A DNA barcoding approach to identify plant species in multiflower honey. *Food Chem.* 170:308–15. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.08.060.

Camacho C, Coulouris G, Avagyan V, Ma N, Papadopoulos J, Bealer K, et al. 2009. BLAST+: architecture and applications. *BMC Bioinformatics* 10:1–9. doi: 10.1186/1471-2105-10-421.

Chandra V, Singh AK, Singh S, Kumar A, Tiwari DK, Sahay R, et al. 2019. Management of colony collapse disorder in honeybee (*Apis mellifera*): a farmer's friendly approach. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.* 8:2557–68.

- Di Pasquale G, Salignon M, Le Conte Y, Belzunces LP, Decourtye A, Kretzschmar A, et al. 2013.** Influence of pollen nutrition on honey bee health: Do pollen quality and diversity matter? *PLoS One* 8:e72016. doi: 10.1371/journal.pone.0072016.
- Edgar RC. 2004.** MUSCLE: multiple sequence alignment with high accuracy and high throughput. *Nucleic Acids Res.* 32:1792–97. doi: 10.1093/nar/gkh340.
- Edgar RC. 2010.** Search and clustering orders of magnitude faster than BLAST. *Bioinformatics* 26:2460–1. doi: 10.1093/bioinformatics/btq461.
- Edgar RC, Haas BJ, Clemente JC, Quince C, Knight R. 2011.** UCHIME improves sensitivity and speed of chimera detection. *Bioinformatics* 27:2194–200. doi: 10.1093/bioinformatics/btr381.
- Flores JM, Gámiz V, Jiménez-Marín Á, Flores-Cortés A, Gil-Lebrero S, Garrido JJ, et al. 2021.** Impact of *Varroa destructor* and associated pathologies on the colony collapse disorder affecting honey bees. *Res. Vet. Sci.* 135:85–95. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2021.01.001>.
- Galimberti A, De Mattia F, Bruni I, Scaccabarozzi D, Sandionigi A, Barbuto M, et al.** A DNA barcoding approach to characterize pollen collected by honeybees. *PLoS One* 9: e109363. doi: 10.1371/journal.pone.0109363.
- Group CPW. 2009.** A DNA barcode for land plants. *PNAS* 106:12794–7. doi: 10.1073/pnas.0905845106.
- Hagler JR, Mueller S, Teuber LR, Machtley SA, Van Deynze A. 2011.** Foraging range of honey bees, *Apis mellifera*, in alfalfa seed production fields. *J Insect Sci* 11:144. doi: 10.1673/031.011.14401.
- Hall TA. 1999.** BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symp. Ser.* 41:95–8. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ympcv.2021.107340>.
- Hawkins J, De Vere N, Griffith A, Ford CR, Allainguillaume J, Hegarty MJ, et al. 2015.** Using DNA metabarcoding to identify the floral composition of honey: a new tool for investigating honey bee foraging preferences. *PLoS One* 10:e0134735.
- Hebert PDN, Cywinska A, Ball SL, de Waard JR. 2003.** Biological identifications through DNA barcodes. *Proc R Soc Lond B* 270:313–21. doi: 10.1098/rspb.2002.2218.
- Hollingsworth PM, Graham SW, Little DP. 2011.** Choosing and using a plant DNA barcode. *PLoS One* 6:e19254. doi: 10.1371/journal.pone.0019254.
- Hsu, P-S. 2018.** Investigation methods and applications of bee nectar source plants. *Miaoli District Agri. News* 8: 16-18.
- Hsu, P-S, S-W Luo. 2021.** Study on identification of bee pollen flora using DNA barcoding. *MDARES Bulletin* 10: 61-80.
- Jeng, Y-C, J-T Tsai, K Ann, 1986.** Studies on the Honey Plants in Taiwan. *Ann. Taiwan Mus.* 29:117-55. doi: 10.6548/ATMB.198612_29.0005.
- Jhou, H-C, Y-C Chen, Y-F Chen.** Under review. Survey Report on Nectar and Pollen Plant Resources in Beekeeping base of the Experimental Forest, NTU. *J. Exp. For. NTU.*
- Keller A, Danner N, Grimmer G, Ankenbrand M, von der Ohe K, von der Ohe W, et al. 2015.** Evaluating multiplexed next-generation sequencing as a method in palynology for mixed pollen samples. *Plant Biol* 17:558–66. doi: 10.1111/plb.12251.
- Khansari E, Zarre S, Alizadeh K, Attar F, Aghabeigi F, Salmaki Y. 2012.** Pollen

- morphology of *Campanula* (Campanulaceae) and allied genera in Iran with special focus on its systematic implication. *Flora*. 207:203–11. doi: 10.1016/j.flora.2012.01.006.
- Koyama A, Egawa C, Taki H, Yasuda M, Kanzaki N, Ide T, et al. 2018.** Non-native plants are a seasonal pollen source for native honeybees in suburban ecosystems. *Urban Ecosyst*. 21:1113–22. doi: 10.1007/s11252-018-0793-3.
- Leontidou K, Vokou D, Sandionigi A, Bruno A, Lazarina M, De Groeve J, et al. 2018.** Plant biodiversity assessment through pollen DNA metabarcoding in Natura 2000 habitats (Italian Alps). *Sci Rep* 11:18226. doi: 10.1038/s41598-021-97619-3.
- Martin M. 2011.** Cutadapt removes adapter sequences from high-throughput sequencing reads. *EMBnet journal* 17:10–2. doi: 10.14806/ej.17.1.200.
- Milla L, Sniderman K, Lines R, Mousavi-Derazmahalleh M, Encinas-Viso F. 2021.** Pollen DNA metabarcoding identifies regional provenance and high plant diversity in Australian honey. *Ecol Evol* 11:8683–98. doi: 10.1002/ece3.7679.
- Potts SG, Biesmeijer JC, Kremen C, Neumann P, Schweiger O, Kunin WE. 2010.** Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends Ecol Evol* 25: 345–53. doi: 10.1016/j.tree.2010.01.007.
- Puścion-Jakubik A, Borawska MH, Socha K. 2020.** Modern methods for assessing the quality of bee honey and botanical origin identification. *Foods* 9:1028. doi: 10.3390/foods9081028.
- Rahl M. 2008.** Microscopic identification and purity determination of pollen grains. In: Jones MG, Lympny P eds. *Allergy Methods and Protocols*. Totowa, NJ: Humana Press, 263–9. doi: 10.1007/978-1-59745-366-0_22.
- Rasyiid M, Susandarini R. 2020.** Pollen diversity and secondary metabolites in honey produced by *Apis dorsata binghami* from Central Sulawesi, Indonesia. *J. Pharmacogn. Phytochem*. 9:2305–9. doi: 10.1079/cabicompendium.119920.
- Richardson RT, Lin CH, Sponsler DB, Quijia JO, Goodell K, Johnson RM. 2015.** Application of ITS2 metabarcoding to determine the provenance of pollen collected by honey bees in an agroecosystem. *Appl Plant Sci* 3:1400066. doi: 10.3732/apps.1400066.
- Rothfels CJ, Pryer KM, Li FW. 2017.** Next-generation polyploid phylogenetics: rapid resolution of hybrid polyploid complexes using PacBio single-molecule sequencing. *New Phytol* 213:413–29. doi: 10.1111/nph.14111.
- Rozas J, Ferrer-Mata A, Sánchez-DelBarrio JC, Guirao-Rico S, Librado P, Ramos-Onsins SE, et al. 2017.** DnaSP 6: DNA sequence polymorphism analysis of large datasets. *Mol. Biol. Evol*. 34:3299–302. doi: 10.1093/molbev/msx248.
- Shubharani R, Roopa P, Sivaram V. 2013.** Pollen morphology of selected bee forage plants. *Global J. BioSci. Biotechnol*. 2:82–90. doi: 10.1080/0005772X.2013.11417520.
- Stokstad E. 2007.** The case of the empty hives. *Science* 316(5827):970–2. doi: 10.1126/science.316.5827.970.
- Valentini A, Miquel C, Taberlet P. 2010.** DNA barcoding for honey biodiversity. *Diversity* 2:610. doi: https://doi.org/10.3390/d2040610.
- Vaudo AD, Tooker JF, Grozinger CM, Patch HM. 2015.** Bee nutrition and floral resource restoration. *Curr Opin Insect Sci* 10:133–41. doi: 10.1016/j.cois.2016.03.001.
- Vaudo AD, Tooker JF, Patch HM, Biddinger**

DJ, Coccia M, Crone MK, et al. 2020. Pollen protein: lipid macronutrient ratios may guide broad patterns of bee species floral preferences. *Insects* 11:132.

Wang, C-C, C-F Lo, Y-S Nai, C-Y Wang, Y-R Chen, W-F Huang, et al. 2009. Honey bee colony collapse disorder. *Formosan Entomol.* 29: 119-38. doi: 61/TESFE.2009012.

Yang, F-C. 2012. Combining melissopalynological analysis and high performance liquid chromatography for the identification of litchi- and longan-honeys in Taiwan.

Master's thesis, NTU, Taipei.

Yang F-C, Chen S-H, Wu J-T. 2012. Combining melissopalynology and flavonoid analysis for the identification of litchi-and longan-honeys in Taiwan. *Jpn. J. Palynol.* 58 (Special):65.

Zhang J, Kobert K, Flouri T, Stamatakis A. 2013. PEAR: a fast and accurate Illumina Paired-End reAd mergeR. *Bioinformatics* 30:614–20. doi: 10.1093/bioinformatics/btt593.

Appendix. Species catalog of bee pollen plants by DNA barcode, including 25 families and 51 species. The number of species in each family is indicated in parentheses following the family name. “#” indicates endemic species, “*” indicates naturalized species, and “†” indicates cultivated species.

裸子植物 Gymnosperms

1. Cupressaceae 柏科(2)
Cryptomeria japonica (Thunb. ex L. f.)D. Don 柳杉 †
Cunninghamia lanceolata (Lamb.)Hook. 杉木 †
-

雙子葉植物 Dicotyledons

2. Actinidiaceae 獼猴桃科(1)
Actinidia chinensis var. *setosa* H.L. Li 臺灣羊桃 #
 3. Adoxaceae 五福花科(1)
Viburnum sp. 莢屬
 4. Altingiaceae 蕁樹科(1)
Liquidambar formosana Hance 楓香
 5. Amaranthaceae 莧科(1)
Amaranthus dubius Mart. ex Thell. 假刺莧 *
 6. Asteraceae 菊科(11)
Ageratum conyzoides L. 藿香薊 *
Ageratum houstonianum Mill. 紫花藿香薊 *
Bidens alba var. *radiata* (Sch. Bip.) R.E. Ballard ex Melchert 大花咸豐草 *
Bidens bipinnata L. 鬼針 *
Bidens pilosa L. 白花鬼針 *
Crassocephalum crepidioides (Benth.) S. Moore 昭和草 *
Erechtites hieracifolia Raf. 饑荒草 *
Mikania micrantha Kunth 小花蔓澤蘭 *
Pluchea sp. 闊苞菊屬
Senecio scandens Buch.-Ham. ex D. Don 蔓黃菀
Wedelia trilobata (L.) Hitchc. 南美蟛蜞菊 *
 7. Bignoniaceae 紫葳科(1)
Tabebuia sp. 風鈴木屬
 8. Brassicaceae 十字花科(3)
Brassica napus L. 西洋油菜 †
Brassica rapa L. 油菜 †
Raphanus sativus L. 萊菔 (蘿蔔) †
 9. Cannabaceae 大麻科(2)
Humulus scandens (Lour.) Merr. 葎草
Trema orientalis (L.) Blume 山黃麻
-

Appendix Continued

-
10. Cucurbitaceae 瓜科(2)
Cucumis sativus L. 胡瓜 †
Luffa cylindrica (L.) M. Roem. 絲瓜 *
11. Euphorbiaceae 大戟科(2)
Macaranga tanarius (L.) Müll. Arg. 血桐
Vernicia fordii Hemsl. 三年桐 †
12. Fabaceae 豆科(6)
Acacia confusa Merr. 相思樹
Desmanthus virgatus (L.) Willd. 多枝草合歡 *
Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit 銀合歡 *
Mimosa pudica L. 含羞草 *
Trifolium alexandrinum L. 埃及三葉草 †
Vicia sativa subsp. *nigra* 野豌豆 *
13. Fagaceae 殼斗科(1)
Quercus glauca Thunb. 青剛櫟
14. Lamiaceae 唇形科(1)
Callicarpa formosana Rolfe 杜虹花
15. Lythraceae 千屈菜科(1)
Lagerstroemia subcostata Koehne 九芎
16. Moraceae 桑科(1)
Morus australis Poir. 小葉桑
17. Myricaceae 楊梅科(1)
Myrica rubra (Lour.) Siebold & Zucc. 楊梅
18. Nyctaginaceae 紫茉莉科(1)
Pisonia aculeata L. 腺果藤
19. Paulowniaceae 泡桐科(1)
Paulownia sp. 泡桐屬
20. Rosaceae 薔薇科(2)
Prunus campanulata Maxim. 山櫻花
Prunus mume (Siebold) Siebold & Zucc. 梅
Prunus zippeliana Miq. 黃土樹
Rubus hui Diels ex H.H. Hu 胡氏懸鉤子
21. Rutaceae 芸香科(1)
Zanthoxylum nitidum (Roxb.) DC. 雙面刺
22. Sapindaceae 無患子科(1)
Euphoria longana Lam. 龍眼 *
23. Solanaceae 茄科(2)
Capsicum annuum var. *grossum* L. 甜椒 †
Solanum americanum Mill. 光果龍葵 *
24. Stachyuraceae 旌節花科(1)
Stachyurus himalaicus Hook. f. & Thomson 通條樹
25. Theaceae 茶科(1)
Camellia sinensis (L.) Kuntze 茶 †
26. Ulmaceae 榆科(1)
Zelkova serrata (Thunb.) Makino 欖
27. Verbenaceae 馬鞭草科(1)
Lantana camara L. 馬櫻丹 *
-

單子葉植物 Monocotyledons

-
28. Poaceae 禾本科(6)
Chusquea sp. 丘竹屬
Dendrocalamus giganteus Wall. ex Munro 老濃巨竹 †
Dendrocalamus latiflorus Munro 麻竹 *
Dendrocalamus strictus (Roxb.) Nees 印度實竹 †
Melocanna baccifera (Roxb.) Kurz 梨果竹 †
Stipa sp. 針茅屬
-