

中看也中用的楓香

◎國立臺灣大學森林環境暨資源學系·文起祥、曲芳華 (fhchu@ntu.edu.tw)

楓香(*Liquidambar formosana*)是臺灣的原生樹種，常見於低海拔闊葉林，也常作為行道樹(圖1)。「楓紅落葉」是多數人對於秋季的印象，然而很少人注意到臺灣的楓紅卻經常是冬季的美景。有趣的是常見於市區的「楓紅」可能是傳統形態植物分類學上屬於金縷梅科(Hamamelidaceae)的楓香，而不是槭樹科(Aceraceae)的楓樹(常用於景觀栽植的包含園藝品種或臺灣原生樹種青楓*Acer serrulatum*)。相較於青楓，楓香的葉變色時間更長，其豐富多變的個體葉變色顏色差異也十分適合用於景觀設計。知名賞楓景點奧萬大是以楓香葉變色為主題的國家森林遊樂區，突顯此一物種的景觀特色。

除了外表好看之外，楓香也有許多其他的經濟價值。傳統上，楓香樹皮受傷後流出的汁液稱為「楓香」或「楓香脂」，也稱為「香脂」或「白膠香」，為中藥材之一。根據《本草綱目》記載，「楓香脂主治癰疹風癢浮腫，又主齒痛，一切癰疽瘡疹疥，金瘡吐衄咯血，活血生肌，止痛解毒」說明楓香脂的各種療效。此外，其樹皮能治水痢而根葉也能治癰疽。以現代科學觀點解釋，楓香的多種藥用性質暗示著楓香富含多種活性成分，而這些活性成分則大多為萜類化合物或者酚類化合物。中興大學森林系王升陽教授的研究團隊鑑定楓香脂中的26種化合物，包含13種三萜類(其中有3種三萜類成分為新發表)、2種倍半萜類、9種單萜類及2種肉桂基衍生物，此外亦證實楓香脂具有抗腐朽菌的活性。中國廣西右江民族醫學院的研究報告於



圖1 楓香為常見的行道樹，其葉片變色的情形尤其引人注目。(文起祥攝)

2016年回顧楓香的化學組成及藥學性質，發現楓香不同部位組織有高達50種的三萜類化合物，而來自不同研究團隊的報告也顯示楓香有多種單萜、倍半萜類成分。楓香的多種三萜類分別被證實有抗腫瘤、抗血栓、抗微生物、抗病毒、抗發炎及抗氧化的活性。然而，研究報告也顯示不同組織的萜類成分可能有很大的差異。筆者於研究中也發現楓香葉部的倍半萜類化合物組成有季節性變化，是故為取得最高的目標成分產量需要配合栽培方式及採收時間，若為含量較低的成分則可能透過基因選殖將楓香萜類生合成基因轉殖至微生物，以微生物基因工程方式生產。

早在2008年即有研究報告指出楓香的同屬近親美國楓香(*Liquidambar styraciflua*)之種子富含莽草酸。莽草酸是製作抗流感病毒藥物oseltamivir的原料，在該研究報告中美國楓香種子被認為是可再生的莽草酸來源，而楓香種子是否如同美國楓香有高含量的莽草酸則有待深入研究。莽草酸為苯丙胺酸的前驅物，而苯丙胺酸則為黃酮類的前驅物之一。黃酮類經常是植物具有抗氧化活性的原因，也經常為植物帶來各種顏色，例如最為人熟知的花青素即為黃酮類大家族六大類成員的其中一支。目前已知楓香含有至少9種以上的黃酮類成分，而楓香葉片的單寧(也稱為原花青素)含量較樹皮更高。黃酮類可作為食品添加物，研究指出楓香的葉片成熟時大量累積黃酮類成分，是最好的採收時期；若以成熟或者老化的葉片為黃酮類採收來源，則對樹的傷害較採收樹皮小許多，也可能達到枯落物的再利用。

楓香秋冬葉片成熟老化之後產生的顏色來源為花青素累積的結果。為研究楓香葉變色基因調控過程，筆者於2015年發表楓香葉部轉錄體解序及全年度基因表現量觀察研究報告，並於2017年發表基因功能鑑定的結果。研究結果顯示楓香秋冬葉變色的過程受到MYB基因家族成員*LfMYB113*的調控，此調控機制為跨物種保守，簡言之楓香秋冬葉變色的基因調控過程如同葡萄變紫、蘋果變紅或者牽牛花的花瓣呈現紫紅。在蘋果及西西里血橙的研究中，此一類基因的序列差異性已證實可以被用來做為品系鑑定，而在葡萄也已經被證實與白葡萄及紫葡萄顏色呈現有關。由於顏色的呈現與黃酮類分子的累積有關，則這些基因序列差異也可能發展成分子標記，

用於篩選黃酮類成分含量較高的品系。在分子標記研究方面，中國林業科學研究院的林木遺傳育種國家重點實驗室於2016年發表楓香分子標記的研究，該報告引用筆者發表之楓香轉錄體序列，依分子標記分析結果將中國25個楓香族群分為3大群。然而，讓人訝異的是，在同一族群內的楓香竟然保有相當大的個體差異，是故作者們認為在楓香選育種上應選擇個體而非選擇族群。楓香呈現如此特異的情形可能與其本身為子遺物種有關；在廣大的範圍內形成分散的族群是子遺物種常有的特徵，概因於氣候變遷之後環境的改變使棲地逐漸萎縮，或逐漸遷移分散，最終形成互不相鄰的族群並在族群內保有個體差異。未來這些分子標記也可用於分析臺灣的楓香族群，以檢驗臺灣的楓香是否也有相同的情形。

楓香豐富的各種成分帶來美麗的顏色及各種藥用活性，也使得楓香木材具有獨特氣味，使其適合用於作為菇蕈類的栽培段木(圖2)。段木栽培香菇為目前發展林下經濟的方式之一(圖3)，以較不經過加工處理的段木放置於原本難以利用的林下空間，使人工林收穫的



圖2 生長於楓香段木的香菇。(文起祥 攝)



圖3 南澳地區林下段木香菇栽培。(吳家禎 提供)

木材能在短期內產生經濟效益，被認為是林業與菇類產業的良好合作方式。行政院農業委員會桃園區農業改良場與新竹縣五峰鄉竹林村原鄉地區香菇產銷班合作，在定期舉辦活動之外，也創造出產銷班獨特品牌，說明楓香作為菇草類產業應用的情形。根據農業試驗所植物病理組於林業研究專訊發表的專題論述，作為段木使用的樹種除了要考量樹種與香菇的關聯，也應考量各樹種香菇產量及經濟效益；而為考量經濟效益，則須配合了解各段木樹種的來源產量。和其他樹種相比較，楓香的原木乾菇產量雖然不是最好，但是由於其屬於短伐期的樹種，約8~12年即可伐採，則相較於許多其他需要栽培15至20年以上的樹種成為以段木為目標的較高收益選擇。

楓香的生長快速，屬於短輪伐期物種，是目前獎勵輔助造林的獎勵樹種之一。楓香優

美的圓錐樹形、樹皮顏色的個體差異至秋冬季葉變色特性使其外表在景觀造林或行道樹設計均相當討喜，又其木材可以做為菇草段木、太空包基質，葉部、果實及木材均富含多種活性成分，故以「中看也中用」形容。以往造林植栽多以景觀、水土保持、目標成分獲得或木材利用等單一目標為考量，未來則可能藉由了解樹種的不同價值達到多種目標同時或分批進行的最高效益。例如規劃輪伐期使不同區域的楓香在不同時期有不同用途；部分區域作為景觀遊憩之用，部分區域則收穫木材作為其他用途，而遊憩區的葉片或者果實也可能收穫作為目標成分萃取之用。以楓香這一為人熟知的樹種，描繪對於未來林業的願景，也希望隨著越來越多基礎研究的累積，能使我們更了解每一樹種，創造出多元的價值。⊗