

發現臺灣樹種新價值 —可「全株利用」之相思樹

◎國立臺灣大學森林環境暨資源學系・張上鎮 (peter@ntu.edu.tw)

相思樹(*Acacia confusa* Merr.)為臺灣十分常見的本土闊葉樹種，原產於恆春半島，屬豆科陽性樹種，亦稱為臺灣相思、相思仔、臺灣柳、香絲樹、假葉豆、細葉相思樹等。由於相思樹生長快速且繁殖容易，能耐乾旱、潮濕、烈日及強風，曾是臺灣早期最主要的造林樹種之一，栽植面積相當廣泛，以致低海拔山地與丘陵地處處可見，其木材可作為薪炭、枕木、礦坑支柱、農具、家具、地板、造船等多種用途。

一般植物的二次代謝物(或稱為抽出物)已經被證實具有特殊保健功效，因此，筆者乃嘗試針對相思樹各部位之二次代謝物進行分析研究，於民國89年向國家科學委員會(科技部)申請第一個相思樹之研究計畫，計畫名稱為「相思樹具生物活性及抗氧化性成分之分析與鑑定」，此為3年期之研究計畫，自民國90年8月起開始執行，從此展開了一系列的相思樹研究，基於全株各部位永續利用之原則，先後針對心材、樹皮、枝條、細枝、葉子、花及根等之二次代謝物及其成分進行各種生物活性檢測，包括：抗氧化、抗發炎、降尿酸及保肝等功效(Chang et al. 2001, Wu et al. 2005, 2008a, 2008b, Tung et al. 2007, 2009a, 2009b, 2010, 童鈺棠等, 2005; 黃志煜等, 2007; 林修賢等, 2008; Lin et al. 2009; 謝慶餘、張上鎮, 2010; Tung and Chang, 2010, Hsieh and Chang, 2010; 張鈞涵等, 2012; Lin and Chang, 2013)，期能開發新用途，提升其經濟價值並擴展應用領域。

相思樹之保健功效

為了開發相思樹各部位(心材、樹皮、枝條、細枝、葉子、花及根)二次代謝物及其成分之用途，必需進行其二次代謝物成分之分離、鑑定及各種生物活性評估。由相思樹各部位二次代謝物成分鑑定結果發現，不同部位間雖有明顯的差異，但均含有十分豐富的酚類化合物(phenolics)，且各部位之酚類化合物類型不同：心材之二次代謝物以黃酮類(flavonoids)之黃酮醇(flavonol)為主，其結構十分特別，異於一般黃酮類。一般黃酮類化合物結構A環上之羥基多位於5、7位置，而相思樹心材黃酮類結構A環上之羥基則常位於7、8位置(圖1)；樹皮二次代謝物以酚酸(phenolic acid)之酚類化合物為主；葉子及花的二次代謝物以黃酮糖苷(flavonoid glycosides)為主；相思樹粗枝條皮部及嫩枝之主要二次代謝物以黃酮類之黃烷醇(flavanol)與黃酮醇為主，然而，其A環上之羥基經常位於5、7位置，與心材黃酮類結構不同；根之二次代謝物以黃酮類之黃烷醇與黃酮醇為主，此外，擁有二聚體至四聚體之原花青素(proanthocyanidin)，其A環上之羥基經常位於7、8位置。

目前的研究結果已證實黃酮類、單寧(tannin)及木酚素(lignan)等酚類化合物為良好之抗氧化及抗發炎物質，而許多植物含有這些化合物，因此，有關植物成分在抗氧化、抗發炎、保肝、降尿酸及心血管疾病預防等方面之應用，已成為全世界各國保健醫學所關注與研究之焦點。



可全株利用之相思樹(張上鎮 攝)

由相思樹各部位二次代謝物及其成分之各種抗氧化試驗評估結果，證實各部位皆具有極佳的抗氧化活性，其中，以心材和樹皮的效果最佳，進一步研究顯示，心材抽出成分的melanoxetin、transilitin及okanin清除DPPH自由基之能力最佳，皆優於已知的抗氧化劑(quercetin)；另外，相思樹心材二次代謝物成分具有保護DNA，避免其遭受氫氧自由基之攻擊。

由細胞抗發炎活性之研究結果也證實，相思樹心材二次代謝物成分具有極佳的抗發炎功效，其中，以melanoxetin的活性最佳，

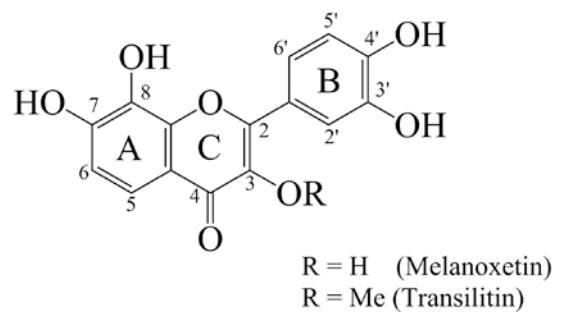


圖1 相思樹黃酮類化合物之特徵結構

且對細胞無毒殺作用。

痛風是現代人日益嚴重的文明疾病之一，全球人口約有30%為痛風患者。痛風的發生是由於體內普林代謝異常，導致高

尿酸血症(hyperuricemia)，使得尿酸鹽(urate crystals)在關節腔內沉積形成結晶，因而造成關節腫脹和變形。尿酸鹽是日常飲食及內生性嘌呤之最終產物，嘌呤(xanthine)經黃嘌呤氧化酶(xanthine oxidase, XOD)於肝、腸黏膜及乳液等代謝後產生尿酸。因此，使用黃嘌呤氧化酶抑制劑便能阻斷尿酸的生成。

筆者評估相思樹二次代謝物及其成分抑制黃嘌呤氧化酶之能力(xanthine oxidase inhibitory activity)，試驗結果證實，相思樹心材二次代謝物及其主成分melanoxetin和okanin抑制黃嘌呤氧化酶之能力極佳，效果皆優於藥用之降尿酸藥—安樂普利諾(allopurinol)。再以急性高尿酸症小鼠(oxonate-Induced Mice)進行抑制XOD之動物實驗亦獲得極佳降尿酸之效果。目前，臺灣各地一般所見之相思樹大多為樹幹分叉，枝條多，筆者基於全株永續利用之原則，亦探討相思樹枝條二次代謝物抑制黃嘌呤氧化酶之效果，證實相思樹細枝、枝條及其主成分luteolin抑制黃嘌呤氧化酶之能力極佳。換言之，相思樹心材、細枝、枝條二次代謝物及其成分極可能取代安樂普利諾，應用於預防或治療痛風、尿酸及腎結石等疾病，有開發成保健食品或醫療藥品之潛力。

臺灣是肝炎、肝硬化及肝癌極為盛行之地區，根據行政院衛生署的統計資料顯示，慢性肝病及肝硬化等肝臟疾病於民國102年位居國人十大死因第9位(衛福部，2014)。國人罹患肝臟疾病的主要原因為病毒感染、藥物濫用、長期酗酒、熬夜、過度勞累及缺乏營養等，因此，預防及治療肝臟疾病一直是世界各國研究的焦點之一。筆者由相思樹樹皮二次代謝物中分離純化出19種化合物，其

中，主要成分為酚酸類化合物，其抗氧化活性極佳。至於其保肝功效，筆者利用四氯化碳誘導大白鼠肝損傷之模式進行評估，試驗結果顯示，樹皮二次代謝物與目前臨床用藥水飛薊(silymarin)的保肝效果相當，而其主成分五倍子酸(gallic acid)則較水飛薊為佳。且高劑量的樹皮二次代謝物對肝臟不會造成明顯負擔。換言之，相思樹樹皮二次代謝物及五倍子酸皆有很好的保肝功效。另外，針對相思樹心材二次代謝物進行哺乳動物毒理試驗(mammalian toxicology)的單劑量毒性評估，初步研究結果顯示二次代謝物對各器官之重量及外觀皆無明顯改變，即未發現相思樹二次代謝物對動物具毒性之作用。

除了相思樹心材及樹皮之二次代謝物具有極佳的抗氧化、抗發炎、保肝、抑制尿酸等保健功效(Chang et al. 2001, Wu et al. 2005, 2008a, 2008b, Tung et al. 2007, 2009a, 2009b, 2010；童鈺棠等，2005；Tung and Chang, 2010)；其他部位經筆者多年陸續之研究，亦證實各具有不同之生物活性，可開發應用於不同之領域。例如，枝條及細枝分別具有極佳的抗氧化活性及抑制黃嘌呤氧化酶活性之化合物(Hsieh and Chang, 2010；張鈞涵等，2012)；葉子則有良好的抗氧化與抗發炎效果(林修賢等；2008；Lin et al. 2009)；根也有良好的抗氧化與抗發炎功效(Lin and Chang, 2013)。

每年春末夏初的4、5、6月間為相思樹開花季節，盛開期間，樹梢上結滿小絨球狀的艷黃花朵，陽光下一片黃金，因此有「六月金」的俗稱。市面上有大家耳熟能詳之各種花茶，如：玫瑰、茉莉、洋甘菊及桂花等，筆者為了開發「相思花茶」，乃將相思花與上述之4種



具保健功效之相思花(張上鎮 攝)

花分別以熱水萃取，再比較其抗氧化活性與總酚類化合物含量(黃志煜等，2007)。研究結果證實，相思花之總酚類化合物含量雖低於玫瑰與桂花，但為洋甘菊與茉莉含量的兩倍；至於相思花之抗氧化活性，雖不及玫瑰與桂花，但較洋甘菊與茉莉為佳。由此得知，相思花可以直接研製成健康飲品或食品，亦可萃取其中的抗氧化成分，再研製成保健產品。換言之，相思花具有發展成健康花茶—「相思花茶」或保健飲、食品之重大潛力。

相思樹之多重利用

在日常生活中，不論是緣於林產品的實際使用或對自然孺慕的情懷，林木的培育與生產

均有其必要性及不可替代性。上述之研究結果證實，林木二次代謝物中特殊成分的功效，可以適當的萃取開發，但如要兼顧傳統的木材利用，是否可行為後續值得探討之課題。

由於相思樹材質堅硬、耐火燒，很適合製炭，傳統之相思炭是直接利用相思材燒製而成，因此筆者的另類思維，如果將相思樹木材中二次代謝物之特殊成分先萃取出來，依其特性開發利用，然後再將萃取後之木材予以二度利用，當可增加其總價值。筆者為了印證此多種用途之推論，曾商請中興大學之盧崑宗教授協助評估萃取後之相思材作為活性碳之可行性，初步研究結果發現，不含二次代謝物成分之相思木燒製成活性碳，其物理特性較未萃取的

相思材更佳。由此可見，先萃取相思材之「二次代謝物」研製成保健產品，再將「萃取後之材料」做其他用途，是非常可行的加工利用方式。另外，萃取後之材料是否可供作養菇用太空包的材料，亦是值得研究探討。

相思樹之其他特性

綜合筆者的研究結果證實，相思樹除了各部位之二次代謝物具有特殊之功效，可全株利用，至於其他生物及造林之相關特性綜合整理如下：

- 相思樹為臺灣低海拔山坡地的重要造林樹種之一。
- 相思樹為固氮樹種(因為根部有固氮根瘤菌)，具有增加土壤氮含量的功效。
- 相思樹根系發達，具有固持土壤、避免崩塌的功效。
- 相思樹適應力強，可生長於乾燥、貧瘠之土地。
- 相思樹為陽性樹種，生長快速，種子多，造林材料容易取得，繁殖容易。
- 相思樹可萌蘖更新，縮短產期。
- 相思樹耐風，是很好的防風、綠化樹種。
- 相思樹可作為森林復建的先驅樹種(特別是山林火災後)。
- 相思樹的比重高，約為0.75，二氧化碳吸存量高，減碳效果極佳。
- 相思樹材質堅硬、耐火燒，很適合作為薪炭、枕木、礦坑支柱、農具、造船、家具、地板等用材。
- 相思樹是培育香菇之優良椴木。

目前臺灣各地之相思樹大多為樹幹分叉，枝條多，經查閱相關文獻及分析以往之育林作業方式，再加上實地之訪視，推測原因可能為，早期之採種、造林未具遺傳改良觀念，致沒有嚴格篩選優良之品系(如：樹幹通直者、生長快速者)，而造成目前所見之相思樹林現況。如果就全株利用之角度來看，未來應從遺傳改良著手，選擇優良品系來進行繁殖、造林，不但能開發其二次代謝物之特殊用途，研製成相關之保健食品或醫療藥品，木材亦可供作建材、家具用材等。

應用領域極具潛力

相思樹的栽植面積相當廣泛，以往僅用來作為薪炭、枕木、礦坑支柱、農具、家具、造船之用，未曾開發高價值用途，殊為可惜。筆者長年之研究結果已證實相思樹各部位之二次代謝物含有豐富的酚類化合物，且均具有極佳的生物活性，如：抗氧化、抗發炎、降尿酸及保肝等保健醫療功效。換言之，相思樹的應用領域極具潛力，如能開發相關之保健醫療產品，必能提高相思樹的經濟價值，且對人體健康亦有相當的助益。臺灣地理環境、地形與氣候的得天獨厚，蘊育了多樣化的森林，其中更有許多本土樹種，其所含獨特且珍貴的特殊成分，非常值得我們重視而予以研究開發。如能兼顧環境與生態保育之原則，配合「正確合理採收林木」的觀念，必能使林木資源達到「有效且永續的多目標利用」。(感謝科技部、農委會林務局計畫經費補助、研究室所有團隊夥伴及郭幸榮教授提供寶貴意見。)()

(參考文獻請洽作者)