



# 由分子生物技術角度展望臺灣 本土樹種抽出成分之研究

圖、文：王升陽 / 中央研究院生物農業科學研究所博士後研究學者  
張上謙 / 國立臺灣大學森林學研究所教授

植物化學或生理學研究領域中所指的植物二次代謝產物(secondary metabolites)，其實就是「森林人」所熟悉的「木材抽出成分(wood extractives)」，換言之，如將研究對象從植物的範圍縮小到樹木，則木材抽出成分與二次代謝產物在意義上是相等的。「森林人」所謂的「木材抽出成分」係指那些可以被中性溶劑，如甲醇、乙醇等萃取，或水蒸氣蒸餾而得之木材成分，亦被稱為「木材副成分」。目前有不少的科學家預言，生物技術的發展與應用將是21世紀生命科學研究的顯學，事實上，我們也不能否認，趨勢的確是朝這個方向發展中。而當木材生產與利用不再是林業主要且唯一的目標時，我們應該且必須認真地思考，如何將這些被認為是「木材副成分」的化合物好好地予以利用。換言之，是不是可以將樹木想像成一個「生物反應器(bioreactor)」，藉著樹木這神奇的生化學家，製造出我們所想要的化合物及產品。當然這些成分可來自於樹葉、枝條、樹皮，甚至是組織或細胞的培養液。果真如此，我們便可在環境保護與善用資源的前提下，為林業研究開創新契機。

就木材抽出成分的利用而言，人類的生活與文明早就與其緊密的結合，如木材的精油(通常是碳數在15以下的倍半萜類與單萜類的混合物)為重要的香料來源，另外，在許多

民族藥物學(ethnopharmacology)中，木材的精油常被宣稱具殺菌、消炎……等療效；早期紙張的上膠劑亦是利用一些樹脂(一些二萜類)；一些黃酮類亦曾為古代重要的染料；而單寧的鞣皮作用亦是人類天才級的發現與應用。當然，近二、三十年來，由一些樹木中所分離純化出之化合物，如紫杉醇、鬼臼毒素、喜樹鹼等亦是炙手可熱的臨床藥物，其身價已不再是論斤叫賣的木材，而是價值連城的救人良藥。由以上的例子更可說明木材抽出成分除了賦予木材獨特的性質外，在利用上更具開發的價值。

雖然，目前為止已累積不少以樹木為對象，進行所謂「二次代謝產物」的研究成果，但在植物資源豐富的臺灣，這些成果大都是尋找新的化合物，換言之，是以結構鑑定為研究主題，至於這些成分的功能，或是它們在木材中所扮演角色之探討，則是較少的。根據臺灣大學化學系郭悅雄教授於1999年所撰寫的臺灣天然物化學研究回顧(IV)中所述，臺灣研究團隊發表有關天然物化學(僅限成分分析)的研究成果，共從被子植物與裸子植物(66科192種)及其它蕨類、蘚苔植物、藻類等中發現了717個新化合物，其中，有不少成果是以臺灣本土樹種為研究主題。事實上，由於各種層析技術的演進，再加上光譜分析技術的發展(尤其是高磁場的核磁共振

振光譜技術的開發)，對於天然物學家而言無非是如虎添翼，我們可以舉一個例子，以往，一個以天然物化學為主攻的博士生，一旦完成3-5個成分之結構鑑定，即被認同可獲博士學位，但今日就以臺灣一些具優良傳統的天然物化學的研究室來說，一個只以分離成分為研究主題的博士生，不論是已知成分或新化合物，至少都會被要求分離超過100個化合物。比如說，臺灣天然物巨擘之一的郭悅雄教授研究室為例，2000年畢業的陳嘉憲博士，即從臺灣扁柏木材中分離出159個化合物，包括：25個單萜類、42個倍半萜類、53個雙萜類、27個木酚素、5個類固醇類、及7個其他類化合物，成果相當豐碩。這樣的成績除了承繼郭教授研究室優良的傳統外，分離及光譜技術之進步亦是幕後最大的功臣。

除了以結構鑑定為研究主題的成果外，相較之下，木材成分與其功用結合在一起的研究成果就失色多了。雖然如此，臺灣杉抽出成分研究卻是較特殊的，為有系統研究的本土樹種之一。無論是以代表性、情感上或是木材性質等主、客觀的標準來看，臺灣杉一直是臺灣林業界最受重視的樹種之一。也因此我們可搜尋到許許多多從分類、育林、撫育、材質……等角度研究臺灣杉的報告，而以抽出成分與木材性質的研究，則可追朔至1970年代臺灣大學森林學系李春來教授，以臺灣杉木材抽出成分對不飽合聚酯塗料硬化障礙的研究，根據李教授的研究證實，臺灣杉木材中之taiwanin E會阻礙不飽合聚酯塗料的硬化(Mokuzai Gakkaishi, 22(11):558-563; 臺灣林業, 2(4): 17-22)。80年代，臺大森林學系高清教授與化學系鄭玉瑕教授的研究成果推斷，臺灣杉木材中之T-cadinol與T-murrolol對



經過萃取、濃縮及純化的步驟，可去蕪存菁地獲得有用的林木抽出成份

松鼠有極佳的忌食性。之後，臺大森林學研究所木材化學與塗料研究室更針對臺灣杉抽出成分與木材性質的關係進行系統性的研究，包括光變色成分與機制的研究、木材香味成分、抗真菌、抗白蟻、抗蠹、抗細菌、對人類腫瘤細胞毒殺活性等研究。值得一提的是，筆者所提出之臺灣杉木材光變色機制(Holzforchung, 53: 142-146)，除重新修正了臺灣杉重要之木酚素-taiwanin A之立體結構外，並證明了於光線的作用下它會轉變成taiwanin C及taiwanin E，此成果已受國際相關領域之學者專家的重視。於2000年與2001年，筆者進一步探討臺灣杉成分可能的各種醫療價值，其中最令人振奮的是，我們發現taiwanin A可促使多種腫瘤細胞細胞凋亡(apoptosis)的路徑死亡(Phytochemistry, 55: 227-232)，此成果亦引起醫學界的重視。由以上的說明即可證明，臺灣林業研究團隊已累積了相當的研究實力，如能結合有興趣從事抽出成分的研究夥伴之力量，相信一定能完成令人激賞的成果。

誠如前述，臺灣的研究團隊對化合物鑑定與成分之功能分析，實已累積了相當的成果，然而以本土樹種成分與木材性質或其活性的研究成果來看，除了台灣杉之外，似乎



仍有很大的努力空間。另外，就分子生物層面的研究而言，則尚未有相關報告報導。事實上，目前於植物化學或植物分子生物學研究領域，利用生物技術進行植物二次代謝產物的調控，已是當今炙手可熱的研究主題。除此之外，藉由代謝產物的研究來探討植物的發生、形成，甚至親源關係，亦即利用現代新穎的觀點與技術，期能驗證傳統所建立

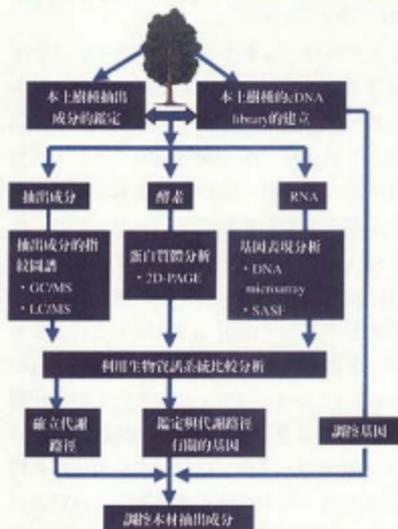


圖1. 利用基因體學與蛋白質體學研究本土樹種抽出成分的策略。

的研究成果，如能相輔相成，或許有助於解開生命的奧秘。也因為如此，為了使臺灣不在這個世界各國均躍躍欲試的學術研究舞台上缺席，我國政府亦宜督發展生物技術產業，為臺灣未來重要的科技政策之一。此外，於中央研究院李遠哲院長的大力推動下，國家級的基因體研究中心，亦緊鑼密鼓的籌備中。在此產、官、學均具有高度的共識下，相信由過去這段時間，臺灣所培育出

的人才，再加上正確的科研發展方向，臺灣必能在國際學術舞台上佔有一席之地。

我們可以用圖1來說明利用所謂的「基因體學(genomics)」與「蛋白質體學(proteomics)」來研究木材抽出成分的策略，即將抽出成分的分離、鑑定的成果，利用氣相層析/質譜(GC/MS)分析或液相層析/質譜(LC/MS)分析建立樹種抽出成分的指紋圖譜(metabolic profiling)；同時藉由cDNA library的建立，並利用DNA microarray或一系列基因表現的分析，瞭解目標樹種的基因表現；至於樹種的蛋白質則可利用2D-PAGE(two dimensional polyacrylamide gel electrophoresis)分析。這些結果則可利用生物資訊分析系統比較彼此的相關性，因此，在確定代謝產物的路徑，與鑑定出與代謝路徑有關的基因後，將可達成調控木材抽出成分的目標。我們深切的相信，由於臺灣天然物研究先進過去的辛勤耕耘，一些本土樹種的抽出成分已累積了相當的成果，換言之，我們已有了二次代謝產物「資料庫」的雛型，亦即為蛋白質體學所需要的預先工作奠定了良好的基礎。因此，未來如能以團隊分工合作方式，結合天然物研究專長、生物技術專長、酵素專長等團隊，相信將可為本土樹種抽出成分的研究開創出新局。臺灣杉，或許是一個極佳的研究對象，無論是考慮其分類地位、演化地位、地域的特殊性，或是目前所累積的豐富研究成果來看，臺灣杉實值得我們集中研究資源將其推上國際舞台。也正因為如此，我們亦開始著手臺灣杉功能性基因體的研究，經驗告訴我們，唯有結合不同領域的專家，分工合作地貢獻自己的專長，才能在最短的時間，交出一份亮麗的成績單。▲