

# 台灣主要造林樹種之創新利用及展望

文/圖 張上鎮 ■ 國立台灣大學森林環境暨資源學系特聘教授(通訊作者)  
王升陽 ■ 國立中興大學森林學系特聘教授  
鄭森松 ■ 國立台灣大學實驗林管理處副研究員

「森林」是台灣非常重要的生物資源，具有涵養水源、水土保持、淨化空氣、CO<sub>2</sub>吸存、避免暖化等多目標公益功能，非常值得我們珍惜與善加利用，若能配合正確政策，予以有系統的規劃，並結合選種、育林、保護、經營、經濟、利用等林業各領域之相關學者專家進行整合型示範經營研究，將能達到多目標及永續利用之成果。

## 一、前言

台灣位處亞熱帶，且高山南北縱走，由於地理環境、地形與氣候的特異性，蘊育了豐富且多樣化的森林資源，約59%的土地為森林所覆蓋。其中有不少世界著名的珍貴樹種，這些樹種為了適應獨特的生長環境、維持在森林植群之競爭力及應付逆境，經長期演化而產生多種特殊之二次代謝產物(或稱為抽出成分)，然而這些天然成分的保健、醫療及公益功能一直未受到國內相關單位的重視，殊為可惜。因此，基於林產品多目標永續利用及林木全株利用之原則，筆者的研究團隊配合國內、外林產品利用研究的趨勢，積極從事台灣本土樹種及主要造林木二次代謝產物的研究，除了分離、純化與鑑定結構外，亦進行一系列的功效研究，探

討二次代謝產物及其成分之各種生物活性(Bioactivity)，包括抗細菌、抗真菌、抗白蟻、抗病媒蚊幼蟲、抗蟻等，甚至還包括與人類生理機能相關的抗氧化、抗發炎、保肝、抑制尿酸及抗腫瘤等功效；研究的樹種有台灣土肉桂(*Cinnamomum osmophloeum*)、台灣相思樹(*Acacia confusa*)、台灣杉(*Taiwania cryptomerioides*)、台灣肖楠(*Calocedrus macrolepis* var. *formosana*)、柳杉(*Cryptomeria japonica*)等。本文主要介紹筆者的研究團隊開發利用這些造林樹種的具體研究成果，希望能為台灣森林資源的開發利用尋得一新的發展方向。

## 二、六月金—台灣相思樹

台灣相思樹生長快速，繁殖容易，能耐乾旱、潮濕、烈日及強風，是台灣早期主要造林

樹種之一，因此低海拔山地、丘陵地及河床處處可見。其木材質地堅硬，傳統作為建築、家具、用具、農具、枕木及礦坑道等用材，亦常作為薪炭材用，耐燒、發熱量大，俗稱「相思仔炭」。如今台灣相思樹的傳統用途已為其它樹種或材料所取代，但如何有效開發利用現有的相思樹資源，一直缺乏探討研究。近年來，本研究室針對整株台灣相思樹一心材、樹皮、枝條、細枝、花及葉子各部位之抽出物及其成分進行各種生物活性評估，期能開發新用途，提升並增進其利用價值。

由台灣相思樹抽出成分鑑定結果發現，不同部位之抽出成分有明顯差異，各部位之酚類化合物類型不同：心材抽出物以黃酮類(Flavonoids)之黃酮醇(Flavonol)為主，其結構十分特別且異於一般黃酮類結構，一般黃酮類化合物結構A環上之羥基普遍位於5、7位置，而台灣相思樹心材黃酮類結構A環上之羥基經常位於7、8位置；樹皮抽出物以酚酸及原花青素二聚體(Proanthocyanidin Dimer)為主；葉子及花的抽出物以黃酮糖苷(Flavonoid Glycosides)為主；台

灣相思樹粗枝條皮部及嫩枝之主要抽出物則分別為原花青素為主及黃酮類為主的酚類化合物。

本研究團隊亦將台灣相思樹各部位(心材、樹皮、枝條、細枝、葉子及花)之抽出物及其成分，進行DPPH自由基清除試驗(DPPH Assay)、超氧自由基清除試驗(NBT Assay)(黃志煜，2006；童鈺棠等，2005；林修賢，2008；謝慶餘，2009；Chang *et al.*, 2001a；Wu *et al.*, 2005)、抑制黃嘌呤氧化酶(Xanthine Oxidase, XOD)(Hsieh *et al.*, 2010；Tung *et al.*, 2010a)及細胞抗發炎活性(Wu *et al.*, 2008)等生物活性評估，顯示各部位皆具有極佳的抗氧化活性(如表1)，清除DPPH自由基之能力及總酚類含量為心材→樹皮→5 cm枝條皮部→葉子→花苞→細枝→花，清除超氧自由基之能力為心材→樹皮→5 cm枝條皮部→葉子→花苞→細枝→花，由此得知心材及樹皮效果最佳，更進一步研究顯示，心材抽出成分的Melanoxetin(3,7,8,3',4'-Pentahydroxy-flavone)、Transilitin(7,8,3',4'-Tetrahydroxy-3-methoxyflavone)及

表1 台灣相思樹不同部位之抗氧化活性

Specimen	IC <sub>50</sub> (µg/mL)		TPC* (mg of GAE/g)	TFC** (mg of QE/g)	References
	DPPH radical	Superoxide radical			
Heartwood	2.2	1.8	529.7	-	張上鎮，2009；Chang <i>et al.</i> , 2001a
Bark	4.0	3.5	466.8	-	張上鎮，2009
Leaf	7.9	7.7	281.0	48.9	林修賢，2008
Branch-bark (5 cm)	7.4	5.8	416.9	0.9	Hsieh and Chang, 2010
Twig	24.0	31.8	121.4	7.7	Hsieh and Chang, 2010
Flower	30.8	33.4	105.1	62.6	Tung <i>et al.</i> , 2011
Bud	13.1	8.5	173.3	96.3	Tung <i>et al.</i> , 2011

TPC\* : Total phenolic contents, TFC\*\* : Total flavonoids contents

Okanin(3,4,2',3',4'-Pentahydroxy-trans-chalcone)清除DPPH自由基之能力最佳，皆優於已知抗氧化劑(Quercetin)，另外，總黃酮類含量為花苞→花→葉子→細枝→5 cm枝條皮部。

此外，本研究團隊亦評估台灣相思樹不同部位抽出成分是否具有降尿酸之功效(Hsieh *et al.*, 2010；Tung *et al.*, 2010a)，利用抑制黃嘌呤氧化酶(Xanthine Oxidase, 簡稱XOD)活性之效果進行評估，研究結果証實，台灣相思樹不同部位之抽出成分具有抑制黃嘌呤氧化酶活性之功效，能有效降低尿酸之生成，當抽出成分之使用濃度為100 µg/mL時，心材、樹皮、葉子、細枝及花之XOD抑制率分別為80、59、45、39及46%，其中，心材抽出成分抑制黃嘌呤氧化酶活性之功效最好，而心材抽出成分抑制黃嘌呤氧化酶活性功效最好之化合物為Okaniin及Melanoxetin，其IC<sub>50</sub>值分別為0.076 µM及0.274 µM，皆優於藥用之降尿酸藥—安樂普利諾(Allopurinol)(4.784 µM)(Hsieh *et al.*, 2010；Tung *et al.*, 2010a)。後續又進一步以急性高尿酸症小鼠進行抑制XOD之動物實驗(Tung *et al.*, 2010b)，結果顯示在餵食100 mmol/kg下，Melanoxetin活性最佳，抑制率為75%，以(-)-2,3-cis-3,4-cis-4'-Methoxy-3,3',4,7,8-pentahydroxyflavan次之，抑制率為72%，再者為Okaniin、(-)-2,3-cis-3,4-cis-3,3',4,4',7,8-Hexa-hydroxyflavan及Transilitin。

本研究團隊的另一研究結果也証實台灣相思樹心材抽出成分具有良好抗發炎活性(Wu *et al.*, 2008)，以Melanoxetin之活性最佳，同時可抑制iNOS及COX-2，且對細胞無毒殺效果；另外，台灣相思樹心材抽出成分具有保護DNA，

避免其遭受氫氧自由基之攻擊(Chang *et al.*, 2001)。

本研究室利用四氯化碳誘導大鼠慢性肝損傷模式評估台灣相思樹樹皮抽出成分之護肝功效(Tung *et al.*, 2009a)，結果顯示台灣相思樹樹皮亦能有效增加肝損傷大鼠紅血球中超氧化物歧化酶活性(Superoxide Dismutase, SOD)、麩胱甘肽過氧化酶活性(Glutathione Peroxidase, GPX)及過氧化氫酶活性(Catalase, CAT)，由大鼠肝臟病理切片得知台灣相思樹樹皮抽出物能降低誘發肝損傷，由上述研究結果顯示，台灣相思樹樹皮抽出成分除具抗氧化活性外，亦具有保肝功效。

由於台灣相思樹心材及樹皮擁有高含量的酚類化合物，試驗結果證實，心材及樹皮之抽出物具有極佳的抗氧化、抗發炎、保肝、抑制尿酸等保健功效；台灣相思樹粗枝條及嫩枝分別具有極佳抗氧化活性及抑制黃嘌呤氧化酶活性之化合物；葉子則有良好抗氧化與抗發炎效果；俗稱「六月金」之相思花若以熱水萃取，亦能得到具有高抗氧化活性的酚類化合物，其抗氧化效果與市售花茶相抗衡，甚至優於洋甘菊與茉莉。綜合台灣相思樹抽出成分分析及生物活性評估之結果得知，台灣相思樹可全株利用，為具有開發成天然保健食品之潛力樹種。

### 三、摘葉成精—土肉桂

土肉桂為台灣本土固有的闊葉樹種，最值得注意的是土肉桂葉子精油成分之組成，可分為六種化學品系，包括肉桂醛型、芳樟醇型、樟腦型、肉桂醛-桂皮乙酸酯型、桂皮乙酸酯型與混合型等。其中，肉桂醛型品系之土肉桂葉

子精油中的主成分為著名的香料成分肉桂醛 (Cinnamaldehyde)，關於肉桂醛的活性與應用已廣被推廣與使用，而土肉桂特殊及其有價值之處在於葉子中即具有肉桂醛，不像同屬其他樹種需要自樹皮或枝條中萃取肉桂醛，換言之，可在不傷害林木的狀況下利用其特殊成分。關於肉桂醛活性的開發，我們已證實其對侵害紙張文物的黴菌、木材腐朽菌 (Wang *et al.*, 2005)、植物病原菌 (Lee *et al.*, 2005)、為害人體健康之細菌 (Chang *et al.*, 2001)、病原菌、退伍軍人菌 (*Legionella pneumophila*) (Chang *et al.*, 2008) 等多樣性微生物均具顯著的抑制活性；對如白蟻 (Chang *et al.*, 2002)、為害生態的入侵紅火蟻 (*Solenopsis invicta* B.) (Cheng *et al.*, 2008) 等昆蟲也有很強的毒殺活性；對引發過敏性疾之常見蟎類 (歐洲室塵蟎 (*Dermatophagoides pteronyssinus*) 及美洲室塵蟎 (*Dermatophagoides farine*)) 亦具極佳的抑制效果；甚至對引起登革熱的病媒蚊，埃及斑蚊 (*Aedes aegypti*)、白線斑蚊 (*Aedes albopictus*) 及熱帶家蚊 (*Culex quinquefasciatus*)、白腹叢蚊 (*Armigeres subalbatus*) 的幼蟲也有極佳的毒殺效果 (Cheng *et al.*, 2009)，因此我們認為肉桂醛或土肉桂葉子精油可進一步開發成較具安全性的居家環境用藥。另外，除對昆蟲及微生物的作用外，我們亦首次透過動物試驗證實並發表肉桂醛對因黃嘌呤氧化酵素過度表達所造成的高尿酸及痛風之症狀有極佳的抑制效果 (Wang *et al.*, 2008)。

本研究團隊亦證實土肉桂葉子含有豐富的黃酮類糖苷，這些成分具有多樣的生理活性及保健功能，可以熱水萃取獲得。以我們所發表



土肉桂

的研究成果為例，土肉桂葉子的熱水抽出物具有顯著的抗氧化活性與抗發炎活性，換言之，攝取土肉桂葉子成分可降低人體因氧化壓力所造成的傷害，同時可降低體內的發炎反應。一般而言，具有如此活性的成分被認為具有癌症化學預防 (Chemoprevention) 的生理活性。此外，我們亦藉由動物試驗結果證實土肉桂葉子的熱水抽出物可有效地降低因攝食高膽固醇飲食所誘發的血脂異常，無論是血液中的總膽固醇還是三酸甘油酯，均可在攝取土肉桂葉子熱水抽出物後顯著的降低，經過分析，土肉桂成分可降低所謂壞的膽固醇—低密度膽固醇。我們更進一步推算有效劑量，一個 70 kg 的成人，每天攝取 854 mg 的土肉桂葉子抽出物 (大約是 25 g 的葉子) 即可獲得調節血脂的效果 (Lin *et al.*, 2011)。由上述研究成果說明土肉桂可謂是「摘葉成精」，僅是採集葉片即可獲得如此多種的活性 (圖 1)，可在兼顧生態保育與永續利用的前提下利用此台灣特有的造林樹種，實值得更進一步的推廣與利用。



圖1 土肉桂葉子之各種生物活性

## 四、學名中唯一有「台灣」的針葉樹—台灣杉

台灣杉曾是台灣主要經濟造林樹種之一，亦為世界級之珍貴樹種。本研究室經過多年的努力，證實台灣杉心材抽出成分具有抗細菌、抗蟻、抗白蟻、抗真菌及抑止腫瘤細胞生長等生物活性。

由台灣杉抽出成分的系列研究成果得知，心材抽出物  $\alpha$ -Cadinol 具極強抗腐朽菌活性，效果較另二個同分異構物 T-Cadinol 與 T-Muurolo 為佳，而抽出成分 Ferruginol、Savinin 及 Taiwanin C 有良好的抗腐朽菌活性；心材成分中的 Ferruginol、 $\alpha$ -Cadinol、T-Cadinol 及 T-Muurolo 均具有良好的抗細菌活性。抗昆蟲活性方面，試驗結果證實抗白蟻之主要化合物為 Cedrol 及  $\alpha$ -Cadinol，另外， $\alpha$ -Cadinol 亦具有優良的抗蟻活性。木酚素中，Taiwanin A、Taiwanin E 和 Dimethylmatairesinol 具顯著毒殺腫瘤細胞活性，以 Taiwanin A 的活性最強，透過活化 p53 蛋白使 MCF-7 乳腺癌細胞及 HepG2 肝癌細胞產生細胞程序性死亡 (Apoptosis)，且引發

MCF-7 細胞之 DNA 損傷、活性氧累積及 FasL 蛋白表現增加 (Shyur *et al.*, 2010; Ho *et al.*, 2007)，顯示具有極佳抗腫瘤的醫療潛能。此外，Helioxanthin 具有抗 B 型肝炎病毒活性，且可抑制發炎前驅物質介白質 (Interlukin-1 $\beta$ , IL-1 $\beta$ ) 引起的慢性肝炎反應 (Li *et al.*, 2005; Tseng *et al.*, 2008)。另外，台灣杉樹皮抽出物有許多萜類化合物，其中，部分 Trinorditerpenes 具有良好之抗氧化活性 (Chang *et al.*, 2000; Kuo *et al.*, 2002)，而 Taiwaniaquinones A、D、F 及 Taiwaniaquinols A、C、D 對人類口腔癌 KB 細胞具有毒殺效果，其 IC<sub>50</sub> 值介於 3.5–8.3  $\mu$ M (Chang *et al.*, 2005)。Leung 等人 (2010) 證實 6 $\beta$ -Acetoxy-7 $\alpha$ -hydroxyroyleanone (AHR) 可改善鉀離子通道 (Kv 通道) 之慢速鈍化過程，進而調控細胞的生理機轉。

## 五、天然芳香—台灣肖楠

台灣肖楠為柏科植物，天然芳香、樹形優美且材質優良，常用於家具、雕刻、建築與裝潢等方面，頗受國人喜愛，被列為台灣針葉樹



台灣杉

一級木，也是台灣特有種之一。關於台灣肖楠化學成分之研究，早期多偏重在成分分析與鑑定，近年陸續有生物活性之研究報告，累積了不少成果。比較台灣肖楠各部位之抽出成分，由葉子鑑定出最多化學成分，共計120種，其次為材部，共計47種，樹皮目前僅鑑定出19種。

許多研究結果證實台灣肖楠抽出成分具有抗真菌、抗細菌、抗昆蟲、抗氧化、抗發炎以及抗腫瘤等活性。其中，葉子與材部抗真菌活性較佳，活性成分包含  $\alpha$ -Cadinol、T-Muurolool、 $\beta$ -Thujaplicin、 $\gamma$ -Thujaplicin、 $\beta$ -Caryophyllene、Caryophyllene oxide與Carvacrol等(Cheng *et al.*, 2004; Chang *et al.*, 2008; Yen *et al.*, 2008; 張惠婷等, 2005; 古惠菁等, 2007); 抗細菌活性方面，以心材精油及抽出物之效果最佳，樹皮抽出物效果次之(張

惠婷等, 2005); 台灣肖楠樹皮與葉子精油對埃及斑蚊(*Aedes aegypti*)幼蟲具有良好的抑制活性，葉子精油之有效成分為  $\alpha$ -Pinene、 $\beta$ -Myrcene、 $\beta$ -Caryophyllene與Limonene(Cheng *et al.*, 2003; 張惠婷等, 2003); 而葉子及心材精油具有良好的抗白蟻活性，活性成分以T-Muurolool效果最佳(Cheng *et al.*, 2004; 2007)。

此外，台灣肖楠心材抽出物亦具有良好的抗氧化活性，樹皮效果次之(Wang *et al.*, 2004); 而樹皮乙醇抽出物及其成分Sugiol具有良好的抗發炎活性(Chao *et al.*, 2005; 2006)，此外，兩者亦對人類周邊單核細胞具有免疫調節活性，可顯著提升T細胞及單核球之CD69表現，顯示Sugiol具有專一性免疫調節功效(Tsai *et al.*, 2008); 葉子甲醇抽出物及其成分Ferruginol能有效抑制胃癌細胞(NUGC)及鼻咽癌細胞(HONE-1)(Chiang *et al.*, 2003)，此外，葉子甲醇抽出物亦可有效抑制人類膀胱癌細胞株(Yuan *et al.*, 2011); 樹皮抽出物Ferrugicadinol、Ferrugieudesmol、Ferrugimenthenol及Labdanecaryophyllic acid對口腔表皮癌細胞KB細胞具有細胞毒殺作用(Hsieh *et al.*, 2006; 2011a; 2011b)。綜合上述研究結果顯示，台灣肖楠具有開發成為保健食品或臨床藥物之潛力。

## 六、來自北國在台灣聳立茁壯—柳杉

柳杉原生日本，為日本具代表性的樹種，日本習稱為Sugi或Japanese Cedar，別稱杉、大杉、寶樹、孔雀杉、沙羅樹及日本杉等。柳杉生長快速且具有良好的加工性等特點，深受日



台灣肖楠

本人的重視與喜愛。台灣於1906年首度引入，曾經是中海拔500-1,800公尺主要的造林樹種之一。根據林務局第三次森林資源調查統計，全國柳杉造林面積共41,132公頃，若依林型面積統計，人工針葉林中柳杉的比例佔了22.75%。昔日大量栽種的柳杉造林木現今已陸續屆為成熟林，其利用問題成為當前林業經營與林產利用的重要課題，因此，農委會林務局於2004年起即著手規劃以柳杉造林木特殊成分利用為主題之整合型計畫，並於2005年起委請筆者為計畫召集人，整合包括中研院、台灣大學、中興大學等研究機構與專家學者，開發以柳杉成分為原料之高經濟價值醫療保健與居家用品。在柳杉精油成分的利用方面，本研究團隊發現，柳杉葉子精油具極強抑制埃及斑蚊幼蟲和白線斑蚊幼蟲生長的活性，其半數致死濃度分別為59.6  $\mu\text{g}/\text{mL}$  ( $\text{LC}_{90} = 130.2 \mu\text{g}/\text{mL}$ )和42.7  $\mu\text{g}/\text{mL}$  ( $\text{LC}_{90} = 80.4 \mu\text{g}/\text{mL}$ )；木材精油的 $\text{LC}_{50}$ 值分別為89.6  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 和68.8  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ，而枝條和樹皮精油的 $\text{LC}_{50}$ 值較差，由以上結果得知，柳杉葉子



柳杉

精油對埃及斑蚊和白線斑蚊幼蟲有很好的毒殺效果。由更進一步的分析得知，柳杉葉子精油中之(-)-Terpinen-4-ol為主要之忌避成分(Cheng *et al.*, 2009)。

另由研究成果也發現，柳杉葉子與木材的精油對造成居家環境中紙質文物及其他纖維製品危害的衣魚，具顯著的忌避與毒殺活性(Wang *et al.*, 2006；林建宗等，2007)。當葉子精油使用量為0.01  $\text{mg}/\text{cm}^3$ 時，忌避率可達76%；而材部精油使用量若為0.001  $\text{mg}/\text{cm}^3$ 時，忌避率可達83%。此外，衣魚處在葉子精油使用劑量為0.16  $\text{mg}/\text{cm}^3$ 之環境中，10小時內可完全被殺死；若處於材部精油為0.16  $\text{mg}/\text{cm}^3$ 劑量之環境中，16小時內亦完全致死。由上述之研究成果可知，柳杉精油確具有開發成符合環保要求的居家防蟲產品之潛力，未來可進行劑型的開發以及安全性評估，如此將可賦予柳杉造林木新的利用價值。

除了居家環境用藥的開發外，我們更利用動物自動軌跡追蹤數位視訊系統分析小鼠中樞神經系統在柳杉葉子精油作用後所產生之影響。首先，小鼠在餵食精油後，我們利用戊巴比妥(Pentobarbitone)誘導小鼠進入睡眠，結果發現柳杉葉子精油具有顯著增加小鼠睡眠的作用。接著，利用高腳十字迷宮評估柳杉精油對小鼠抗焦慮之影響，高腳十字迷宮試驗被廣泛用來評估藥物對啮齒類動物的抗焦慮行為。試驗結果顯示，口服柳杉葉子精油及其主成分d-Limonene可明顯增加小鼠進入開放區域的比例和時間。換言之，柳杉葉子精油及d-Limonene具有明顯的降低小鼠在高腳十字迷宮狀態下所產生的焦慮行為。此外，我們並利

用冰醋酸扭體試驗來評估柳杉葉子精油對小鼠鎮痛之影響，結果亦獲得正面的效果，口服處理低劑量之柳杉葉子精油會明顯降低扭體次數；同樣地，d-Limonene亦具有降低扭體次數的顯著效果。在毒理試驗中，我們也發現無論對公鼠或母鼠，即使服用極高的柳杉精油(9 g/kg)，對小鼠亦無毒性反應。由此可知，柳杉葉子精油及其主成分d-Limonene對中樞神經系統有相當之影響，具有安眠、抗焦慮及鎮痛的功能(Cheng *et al.*, 2009)。

除精油之活性探討外，由研究團隊中研院徐麗芬研究員所主導的護肝與抗發炎研究主題之成果顯示，柳杉木材的正己烷層劃分之活性分離部劃分層CJH7-2，具有顯著抑制老鼠巨噬細胞經內毒素(LPS)刺激下iNOS蛋白質表現量與NO之生成量，並能有效抑制COX-2之蛋白質表現量與酵素活性。此外，CJH7-2對具有細胞保護作用的第一型血紅素氧化酶(HO-1)蛋白質表現量也有顯著的促進作用。在護肝效果方面，更進一步證明柳杉活性抽出物CJH7-2能顯著降低血清中肝功能指數AST與ALT之活性，顯示CJH7-2的確具有保護CCl<sub>4</sub>所誘導之急性與慢性肝損傷。從肝臟冷凍組織病理切片結果也發現，CCl<sub>4</sub>造成肝細胞大面積發炎的情形有受到CJH7-2的處理而減少的效果。我們也成功鑑定出CJH7-2中所含的天然類，包括：Sugiol、12-Hydroxy-6,7-secoabieta-8,11,13-triene-6,7-dial與(1S, 6R)-2,7(14),10-Bisabolatrien-1-ol-4-one (BST)。研究結果也顯示，化合物BST之主要抗發炎作用機制包括：抑制LPS刺激小鼠巨噬細胞所產生的NO生成量和iNOS mRNA及蛋白質的表現量，並有效抑制COX-2酵素活性與前列

腺素E2產生量。由柳杉抽出物具抗發炎與護肝功效之結果顯示，未來可將柳杉抽出物朝向製成護肝保健食品、皮膚損傷保護劑，或提煉抗發炎化合物等應用領域方向發展(Shyur *et al.*, 2008)。

在抗癌活性方面，本研究團隊亦有令人振奮的研究成果，由於前列腺癌是男性常見的癌症，也是台灣十大致命癌症之一。前列腺癌會受人體內的雄性素刺激而生長，腫瘤細胞剛開始會對雄性素減少有反應，但會慢慢的產生抗性，患者最終會因癌轉移而死亡。由中研院農生中心副研究員蕭培文博士所主導的柳杉成分對前列腺癌細胞的毒殺研究結果(Tu *et al.*, 2007)，發現一種從柳杉樹皮萃取的化合物6-Hydroxy-5,6-dehydrosugiol(HDHS)可抑制雄性素受體、引發癌細胞凋亡，進而阻止前列腺癌的腫瘤生長；經過體外及動物實驗的證明，HDHS與一種臨床上稱為Casodex的抗雄性素的藥有相同的作用，HDHS的療效甚至比Casodex更好。由於雄性素受體是引發前列腺癌的一個很重要的因素，試驗也指出口服HDHS可減緩前列腺腫瘤的生長，因此，HDHS預防與治療前列腺癌的功效值得更進一步的研究(Lin *et al.*, 2008)。

在抗發炎活性研究方面，中國醫藥大學趙國評教授的研究成果指出，由柳杉木材及肖楠木材乙醇抽出物中均可分離獲得的柳杉酚(Sugiol)，能明顯地抑制內毒素(LPS)所誘發TNF- $\alpha$ 、proIL-1 $\beta$ 與IL-1 $\beta$ 蛋白質的表現，亦能抑制絲裂原活化蛋白激酶(MAPKs)，包括ERK1/2、JNK1/2與p38等蛋白質的表現。此外，試驗結果亦發現Sugiol能有效減少細胞內

因LPS刺激所增加之活性氧分子(ROS)的濃度，證實其具有高度清除細胞內自由基的能力。換言之，本研究結果證實，Sugiol的抗發炎活性係由於Sugiol清除細胞內活性氧分子(ROS)而減少MAPKs的活化，進而導致TNF- $\alpha$ 、proIL-1 $\beta$ 與IL-1 $\beta$ 蛋白質的表現減少(Chao *et al.*, 2010)。我們認為，無論是柳杉葉子、樹皮或木材中都具有可開發成特殊用途的成分，可進一步加以研究並應用在醫療保健產品。

## 七、未來展望

森林是台灣重要的生物資源，日治時代及二次戰後國府來台初期曾大量砍伐林木，惟隨著林業政策的調整及生態保育意識的抬頭，傳統的木材利用已經以進口木材為主，國、公有森林經營不再以伐採林木為目的，因此，我們應該重新思考台灣森林資源利用的策略，除需檢討過去四、五十年來所建造人工林的利用外，新世紀的育林和木材生產政策，更應審慎地考慮和執行。

近年來，政府為了國土保安及維護環境品質，除繼續執行海岸造林外，亦不斷鼓勵民間造林，推出綠色造林、全民造林、平地造林等政策，過程中也一再地探討、修正適宜之造林樹種，包括：台灣相思樹、台灣檫、烏心石、土肉桂、台灣肖楠、羅漢松等，然而可惜的是，並未見主管單位對建議樹種做有系統且全面性的評估研究，以至無法彰顯政策成效，甚

至被質疑造林樹種選擇不當，願景不明，林業政策著實需要重新檢討。反觀國外，眾所周知的美國南方松已培育至第三代，林業研究人員仍繼續研究；紐西蘭的放射松及日本的柳杉也是有計畫選育出來的樹種，均獲得十分具體的成效，這些都值得我們借鏡效法，希望台灣林業界有一天也能培育出聞名國際的功能性樹種，且不但達到國土保安的目標，亦促進相關產業的發展。

森林的永續經營，除須提升民眾對森林的正確認識外，更需合宜的政策，以我國而言，森林面積約佔59%，但所使用的木材99%為進口材，換句話說，台灣的木材自給率在1%以下，此現象對於一個負責任的已開發國家而言，非常值得省思，因此，相關單位應重新檢討森林資源利用的策略。建議林業主管單位邀請國內林業相關學者專家(包括育林、保護、經營、經濟、利用等各領域)共同探討適合特有目標而培育之台灣造林樹種，進行整合型長期研究，並訂定永續經營的相關政策及執行辦法，建構一個完整的人工林產業鏈，以開創新的林業發展策略。▲

謝誌

感謝農委會林務局、國科會等單位之經費補助及研究團隊所有成員之努力付出。

參考文獻(請逕洽作者)