

為生活添油加醋的林木二次代謝產物

◎國立中興大學森林學系·曹乃文、王升陽 (taiwanfir@dragon.nchu.edu.tw)

樹木是天然的化學合成工廠

您知道的，一些日常生活居家用品會添加天然植物萃取菁華，比方在沐浴乳、洗髮精或是在室內擴香及衣櫃香氛物品、香水以及香膏等精油加工產品中。甚至於許多的健康食品也會宣稱含有某些源自植物且具有生物活性的天然成分。其實這些特殊成分，在學術上都被歸屬於「二次代謝物(secondary metabolites)」，在林學領域有一個專有名詞，叫做「木材抽出成分(wood extractives)」。什麼是木材抽出成分呢？纖維素、半纖維素及木質素在樹木的組成成分中約占90至95%，所以又稱為「主成分」，而其他5至10%的副成分就是我們所稱的抽出成分。這些副成分賦予了木材特殊的性質，換言之木材會因為樹種的不同而導致抽出成分有極大的差異，且會影響木材的耐久性、加工特性、顏色及氣味等性質。抽出成分不只影響木材的性質，對林木來說更是參與他們生長發育、抵抗病菌侵襲及適應逆境的重要因子。因此，除了植物體內生物化學系統的影響，外在環境對抽出成分亦是有著密不可分的關係。更因為樹種及環境的不同，造就了抽出成分的複雜且多樣，換句話說，樹木可以說是天然的化學合成工廠。

抽出成分影響人類的文明

關於木材抽出成分的應用並非近幾十年才開始，早在幾個世紀前就已有使用的紀錄。例如乙醯水楊酸(acetylsalicylic acid，阿

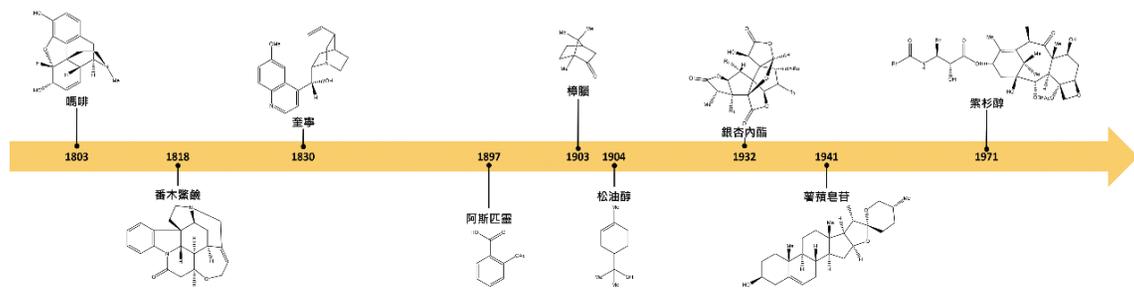
斯匹靈)是從柳樹皮(willow bark)分離出的水楊酸(salicylic acid)再經合成後而得。初次合成出來的乙醯水楊酸是由拜耳公司的化學家在1897年完成，目前阿斯匹靈主要用途是消炎止痛及治療心血管疾病。樟腦(camphor)，這個具有強烈氣味的化合物可從自然界的樟樹(*Cinnamomum camphora*)取得，根據馬可波羅記載，13世紀的古中國將其當作藥物使用，1571年的葡萄牙詩人(Luis de Cameons)則稱其為治病之香脂。松油醇(terpineol)，最早是透過收集松樹的樹脂(pine resins)，再經由蒸餾而得，且在數千年前是混入塗料並繪製出芳香的藝術品而聞名，當時這種技法從美索不達米亞平原、埃及流傳至希臘與羅馬。松油醇也是著名香水，香奈兒5號(Chanel No 5)及Joy香水的主要成分之一。奎寧(quinine)，在1830年首次從金雞納樹(*Cinchona officinalis*)樹皮分離而得，為當時治療瘧疾的主要藥物成分，且列為聯合國世界衛生組織的基本藥物清單之一，更是氣泡飲料通寧水的主要成分。奎寧可透過合成為羥氯奎寧(hydroxychloroquine)，是用來治療類風濕關節炎及自體免疫所引起疾病的藥物，2020年更被認為，對新冠病毒(COVID-19，俗稱武漢肺炎)有抑制的活性而頗受注目。嗎啡(morphine)是在1803年從罌粟花(opium poppy flower)分離所得，起初是由於此化合物會令人沉睡，因而以希臘神話中的夢境與睡眠之神(Morpheus)來命名，主要是被用來止痛及鎮靜的藥物，但也因為嗎啡的成癮性，而被列為管制使用。薯蕷皂苷(diosgenin)，1941年從

墨西哥薯蕷(*Dioscorea macrostachya*)的塊莖中分離而得，為生產黃體素(progesterone)的主要原料。番木鱉鹼(strychnine)，於1818年從呂宋果(*Strychnos ignatii*)的種子中分離而得，是一種劇毒的化合物，目前仍無解藥可以治療。銀杏內酯(ginkgolides)，這類化合物是在1932年從銀杏樹(*Ginkgo biloba*)的根與樹皮中分離而得，但其化學結構是在1967才被確定；市面上看到的銀杏萃取物大都來源於葉子，主要是因為葉子含有豐富的銀杏內酯等活性化合物，目前雖然宣稱銀杏可以減緩失智、恢復記憶及促進血液循環，但其科學證據仍然不夠充足。紫杉醇(paclitaxel or Taxol[®])，首次分離是在1971年從太平洋紫杉(*Taxus brevifolia*)的樹皮中而得；由於1950年代美國癌症死亡人數越來越嚴重，因此，在1960年代美國國家癌症中心及農業部合作發展針對癌症的天然產物篩選計畫，收集了35,000種植物並從中分離了110,000個化合物來進行研究，太平洋紫杉是在1962年的夏天採集而得，研究發現其萃取物具有毒殺白血病細胞株的活性；在此有一個歷史小典故，根據古羅馬凱薩大帝的記載，他出征高盧時，高盧領袖Cativolcus因無法忍受戰爭的痛苦而飲用紫杉樹皮泡製

的茶湯而自殺身亡；1971年美國總統簽署了National Cancer Act法案以提高研發經費來進行癌症的研究，經研究證明紫杉醇對於多種惡性腫瘤細胞都有不錯的毒殺能力，目前主要應用在乳癌及卵巢癌的臨床治療上。

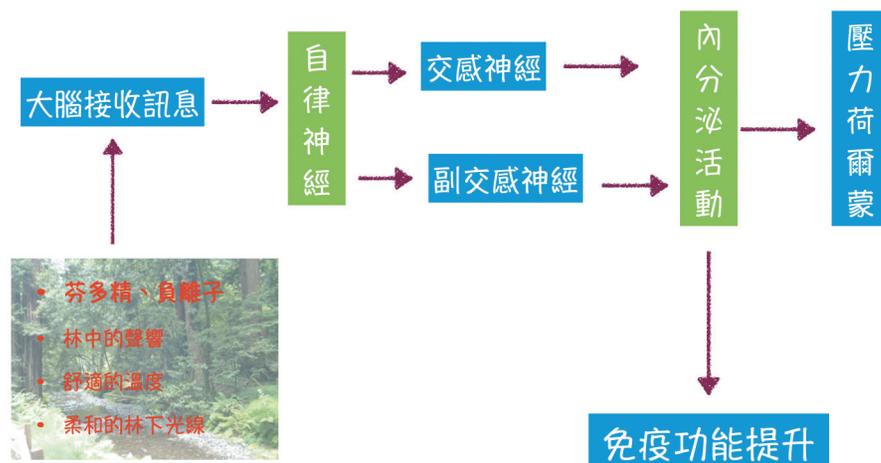
森林裡的芳香維他命

若說到林木的代謝產物則不得不說大家耳熟能詳的「芬多精」，你是否發現一到假日，開往山上的車輛比平日來得多，森林景點附近的飯店也比平日更加熱門。因為現今國人喜歡規劃假日休閒去山上旅遊，除了享受森林美景，還可以讓人沉澱心靈，拋下忙碌的工作好好充電一下，這種紓壓行為就是俗稱的「森林浴」。享受森林浴會讓人有種身心放鬆的感覺，主要是因為徜徉在森林內，吸入大量由林木所散發出的特殊揮發性成分，這些成分的統稱亦是大家常聽到的「芬多精」。芬多精不只讓森林內瀰漫芳香清爽的氣味，更具有抗菌、鎮靜安神、提高免疫力等生物活性功效。就算無法去森林走一遭，也可以依循近年來越發流行的「芳香療法」，芳香療法是利用植物精油，藉由沐浴、塗抹或吸入等方式來改善身心健康的



影響世界化合物的發現時期

森林療法、森林醫學



在舒適的森林環境中，芬多精和陰離子可以影響自律神經，進而透過內分泌活動使人放鬆並促進健康

一種治療方法。其所使用的精油，通常是透過水蒸氣蒸餾方式取得植物的特殊揮發性成分。不管是森林浴或芳香療法，所利用到的種種揮發性成分，其實也是木材抽出成分的一種。森林浴是指人們藉著在森林中悠閒地漫步，全身沐浴在森林的精氣和香氣的氛圍中，體會森林的靜謐及平和，藉此紓解長期累積的緊張及壓力。森林優美的環境是由下列共同作用的，包括(1)芬多精(phytoncides)；(2)林中的聲響；(3)舒適的溫度以及(4)柔和的林下光線。透過吸收森林中瀰漫的芳香氣味與潔淨的空氣品質(一般認為是森林中高濃度的負離子可淨化空氣)，並經由聽覺感受林間各種放鬆精神的聲響，適宜的溫濕度與柔美的光線，促進了改善身、心、靈的療癒目的。

目前學界認為環境對人體有所幫助的

機制，可能是人們吸收森林芬多精，接著大腦傳遞信息以啟動自律神經系統(autonomic nervous system, ANS)，藉由交感神經系統(sympathetic nervous system, SNS)或副交感神經系統(parasympathetic nervous system, PNS)的交互作用，進而影響內分泌系統。同時，免疫力受到調控，並改變壓力荷爾蒙(stress hormone)的濃度。

臺灣本土林木二次代謝物的開發利用

臺灣特殊的地理、氣候環境蘊育了豐富的森林資源，當然也讓生活在寶島的人民有多彩多姿林木二次代謝物可以運用。如國人在日常飲食所使用的調味辛香料，也是由植物的花、果實、種子或樹皮等乾燥而得，例如胡椒、肉桂、孜然、茴香、番紅花、

薑黃等。臺灣有一種特別的原生香料植物—山胡椒(*Litsea cubeba*)，泰雅族俗稱「馬告」，它的果實嘗起來像是檸檬與香茅的綜合體，我們的研究發現山胡椒果實的揮發成分具有抗焦慮及鎮痛之效果，同時我們也發現山胡椒主要成分橙花醛(neral)亦具有優良的抗發炎活性。因此，山胡椒果實具有開發成機能性香料的潛力。日常生活中，買杯飲料或咖啡你是否會要求添加肉桂粉呢？臺灣也有特有種肉桂—土肉桂(*Cinnamomum osmophloeum*)，其特別之處在於它的葉子中就含有肉桂所具有獨特的味道成分「肉桂醛(cinnamaldehyde)」，其它同屬不同種的肉桂都是要從樹皮或枝條才能獲得，而臺灣土肉桂則是在葉子中就可以輕易的大量取得。我們的研究團隊也證實了土肉桂葉子熱水萃取物能有效的降低因高脂餵食小鼠血液中的膽固醇、三酸甘油酯及血糖含量，亦能改善腸道菌失調的情形。木材抽出成分的研究是一條筆路藍縷的過程，但很慶幸的是，在過去有許多研究臺灣天然物化學的先進，由於他們的孜孜以求，為我們打下了厚實的基礎，而筆者的研究團隊也是站在這些先進的肩膀上並傳承了開發臺灣本土樹種的精神。紅果釣樟(*Lindera erythrocarpa*)，俗稱的鐵釘樹，果實中可以分離出活性化合物，釣樟酮(lucidone)，經研究證實具有抗發炎、抑制黑色素沉澱及降低脂肪細胞的脂質生成等功效。南投月桃(*Alpinia nantoensis*)精油中發現 α -蒎烯(α -pinene)和檸檬烯(D-limonene)可以有效的抑制黑色素的沉澱。又如臺灣本土珍貴的樹種紅檜和臺灣扁柏，其木材精油則可以影響人體的中樞神經讓人有放鬆或集

中精神等功效。在天竺葵(geranium)和檸檬(lemon)精油中所含的香茅醇(citronellol)、香葉醇(geraniol)、檸檬烯(limonene)、芳樟醇(linalool)及乙酸橙花酯(neryl acetate)皆具有抑制人類細胞第2型血管收縮素轉化酶(ACE2)的表達能力(SARS-COV-2進入細胞需ACE2蛋白之協助)。臺灣香檬(*Citrus depressa*)果實萃取物或精油具有透過中樞神經的調節達到舒緩情緒、抗焦慮等功效，並且還能改善腸道菌，增加對人體有益菌相的生長。

結語

臺灣由於氣候與地理環境的特殊，僅僅3萬6千平方公里裡卻有近五千種的維管束植物，更特殊的是其中大約有1/4是特有種，這意味著臺灣蘊含著豐富且多樣化的森林資源。林木的利用除了傳統的木材加工及製漿造紙外，木材抽出成分對於人類的醫療和保健上都有著開發成高價值產品的潛力，而抽出成分的取得不一定要砍伐樹木，植物的花、葉、果實、枝條，或是滲出物等都可以是利用的對象，這也契合了永續利用的精神。由於森林是座巨大的天然化學合成工廠，裡面所蘊育的抽出成分是非常龐大且複雜的，因此，要有效的開發具有保健醫療功效的臺灣本土樹種，更是需要了解各種林木抽出成分的功效及生長過程中抽出成分的一致性，如此，才能在保護生態環境及妥善使用自然資源的前提下，達到植物多元化、永續、及循環利用的目標，創造人類健康與社會經濟的價值。☸