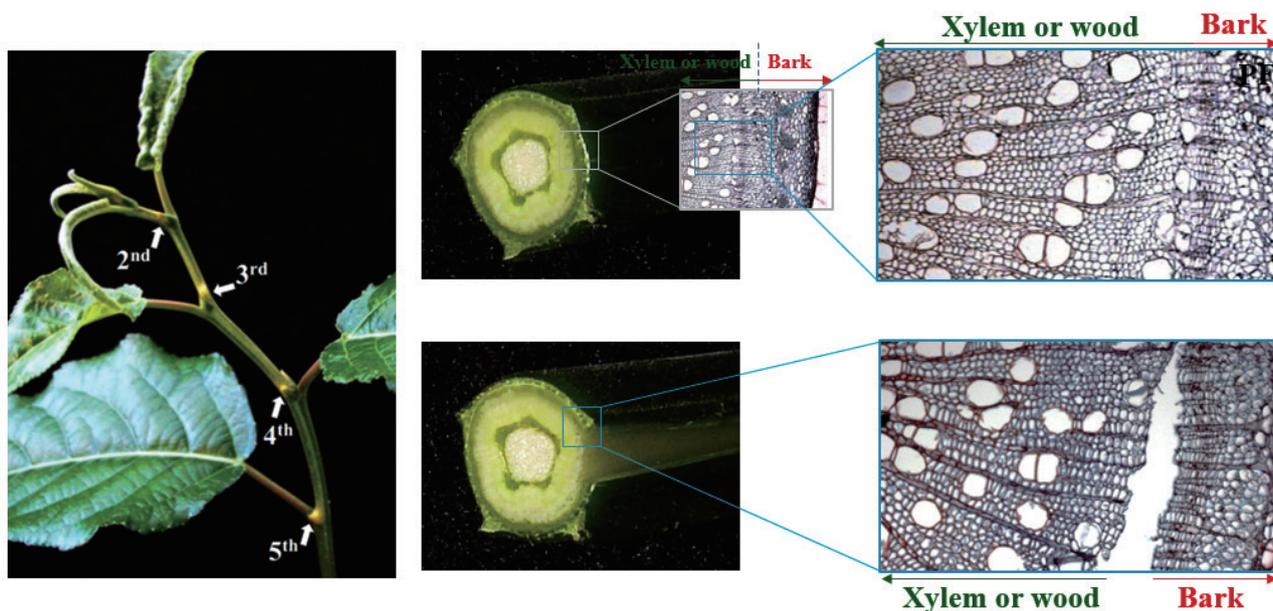


木材變酒精—— 我的生命科學研究之路

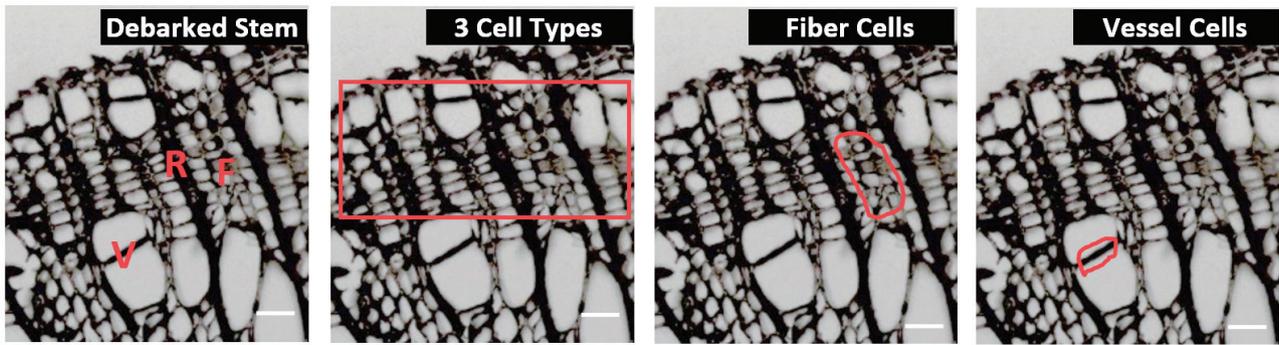
文·圖/林盈仲



若能將木材轉換為酒精成為替代能源，將可降低對石油的依賴也能減緩對環境造成的傷害。在此動力驅策下，木本植物的分子機制研究益受重視。

從小的我看著許多新奇有趣的生命現象，對自然界的奧妙讚嘆不已；看到蜥蜴會斷尾求生，看到榕樹的氣根接觸到地面後又會長成新的根，這些無法理解的現象無論是動物或是植物都深深吸引著我。從閱讀生物相關的科普書籍到實地參加生物營，透過各種方式為的更多了解生物的領域。記得在15年前大學聯考後選填志願時，那時懂懂的和母親說了一句話：「我不希望未來能夠賺很多錢，我希望未來的我能透過研究生命科學來替人類做一些貢獻」。所以當時

我放棄了比較賺錢的醫學相關科系而選擇生命科學系。除了遠大的理想之外，最主要的還是對於生物的熱忱，我就這樣踏上了生命科學的研究之路。生命科學的領域包含多個方向，有：分子生物學、生物化學、演化生物學、遺傳學等，其中令我最感興趣的分子生物學，顧名思義就是在分子的層級來探討生物的分化和發育，也就是甚麼樣的分子訊息傳導讓蜥蜴執行斷尾求生的機制，是甚麼樣的調控因子讓榕樹的氣根接觸到地面後，可以發育成粗壯的根。



2010年起進行快速植物細胞培養轉殖系統即基改木材研究，已有成果呈現。

從冷門的領域出發——

木本植物的分子生物學機制研究

我的實驗室研究領域非常冷門。在生命科學系十個學生大概有一到兩位會從事植物的研究，而十個從事植物研究的學生裡不一定有一個做木本植物研究，十個研究木本植物的學生裡大概會有一到兩人從事分子生物學機制研究。研究者之所以如此之少是因為木本植物生長週期很長，研究不容易有好的延續。植物界中最常用的模式植物是草本的阿拉伯芥（*Arabidopsis*），一次生長周期約3個月，然而木本植物的生長周期至少幾十年，所以我常和學生們開玩笑說人們在木本植物的知識還是一片沙漠。研究木本植物已經這麼困難了，我的實驗室所從事的是其中更困難的分子生物學機制研究。要執行分子生物學研究，科學家們需要一穩定的轉殖系統，能調控生物體內的基因表現，但是木本植物的轉殖不但非常難以成功，而且每一輪的轉殖也要好幾年。如何在這塊領域中突破出新的技術，並且用於研究我們想要探討的生命現象，就是我的實驗室一直努力的方向。

解決發燙的溫室效應問題——

木材變酒精

近幾十年來，人們面臨到的嚴重危機之一是全球溫室效應，溫室效應造成了極端氣候，導致土地沙漠化、海平面上升種種問題。元兇是空氣中的二氧化碳，而造成二氧化碳濃度上升的主因之一就是石油的使用，在燃燒時會釋放出大量的二氧化碳。為了降低石油的使用，世界各國開始研發替代能源，酒精即其一。酒精的原料「纖維素」由葡萄糖組成，科學家們將葡萄糖發酵轉換成酒精，燃燒時不會產生二氧化碳。而木材有大量的纖維素，所以成為研究的絕佳素材。由於木材只有木本植物可合成，所以如何改變木材的特性，提升木材轉換成酒精的速率，就是非常重要的研究主題。

世界第一棵被用作全基因組定序的木本植物——毛果楊

2006年，美國能源部發表了第一個木本植物的基因組測序，為的是將木材轉換成酒精，減少人們對石油的依賴。毛果楊是一種生長快速的樹種，單位時間成長的生物量（biomass）非常可觀，並且非常容易進行無

性生殖，對於大規模的經濟林業種植很有幫助，不但可以做為酒精的原料，也可以用在造紙產業、家具的製作和建築，所以當時的美國能源部決定以毛果楊作為第一個進行基因組測序的木本植物。2006年後，經過多次基因組測序，其準確度越來越高，也造就了毛果楊在分子生物學研究木本植物中的重要地位。如今各國在林業的研究上都使用毛果楊作為模式植物。在毛果楊的基因組被發表的同一年，我在美國的指導教授Vincent L. Chiang團隊發表了世界上效率最高也是最快速的毛果楊基因轉殖系統，但即使是使用這樣的系統，毛果楊的基因轉殖過程還是需要三年，由此可知，木本植物的分子機制研究仍有努力的空間。

三年變三天—— 基改木材突破的轉捩點

木本植物轉殖系統的屏障讓基因改良木材轉換成酒精的發展遲滯不前，我們的研究團隊在2010年開始研究快速的植物細胞培養

轉殖系統，將植物組織以細胞壁水解酶處理後，去除細胞壁並且釋放出植物細胞，希望利用植物細胞的快速轉殖來取代緩慢的整株植物的基因轉殖系統，這個研究成果在2013年登上了植物領域中最好的期刊*Plant Cell*，並且在2016年刊在美國能源部的焦點新聞上。透過這個研究結果，基因改良木材的研究往前躍進一大步，日後的研究更容易進行了。

長得像大樹一樣——未來的願景

2016年從美國回來後，我發現國內研究木本植物分子機制的科學家非常少。其實，木本植物不但提供了木材，可以進行次級細胞壁的研究，並且木本植物有次級生長（secondary growth），這是草本模式植物所沒有的。建立木本植物分子機制的研究團隊是臺灣將觸角伸往世界舞台的重要管道之一，而這就是我的願景目標。（本專題策畫／生命科學系黃偉邦教授&化工系陳文章教授&醫檢系方偉宏教授&財金系陳明賢教授）



林盈仲小檔案

清華大學生命科學系畢業，臺灣大學植物科學所碩士，美國北卡州立大學森林生物科技所博士。從小對生物、唱歌、打排球和打電動有莫大的興趣。高中和大學時加入排球校隊，代表學校參賽有高中乙組聯賽、大學一級聯賽等，都取得獎項。大學時期曾苦練線上遊戲，遊戲等級在當時伺服器名列前茅，還因此進入名人榜，最近風靡全球的英雄聯盟遊戲，也在天梯上爬到了金二。對生物情有獨鍾，以生命科學領域為畢生研究，要更深入的鑽研生命現象背後的深奧機制。