



■團隊通過對比兩組煙草的生長率，才確認轉基因煙草長得快並非偶然。圖為煙草幼苗。網上圖片

靠運發現新技術 亦要醒目抓機遇

科學研究的成功，總是包含着研究團隊的不懈努力，但是次找出令種子產量大增的新技術，蔡美蓮笑言只是 by chance (偶然)。其團隊原本進行的，是如何提升植物的甾醇含量，令人類吃了後可降低膽固醇的研究，卻無意中發現在改變基因後，植物快高長大之餘，種子產量亦大增，「很多科學的發現都是 happen by chance (偶然發生)，但如果你足夠警覺去發現當中的差別，你就會找到。」

由蔡美蓮帶領、廖攀為主力的研究，原是針對植物甾醇。由於團隊之前曾在擬南芥獲得成功，故決定在親緣關係較遠的煙草上做研究，看能否取得同樣效果。

密密種求證 次次生得快

結果發現，研究中煙草不止提升了甾醇含量，還快高長大。廖攀回想當時的情況表示：「通常我們做研究，會轉轉基因植物及對照組，並經常去看兩者的分別，大概每兩三天就看一看。去到某個階段，我就發現轉基因組長得比對照組要高，看了幾次之後，我想這（促進生長）可能是真的。」

他又指，研究時種了很多次、很多代的煙草，「首一兩次我可能都沒有在意，但當我種了四五次都出現同樣現象時，我就覺得是有說服力的。」

增產量本非研究目的

發現新現象並非一勞永逸，反而需要更多的研究和實驗去作驗證。廖攀之後就再去種植煙草，希望多拿點數據，「最難的部分是，即使看到現象，還是要花很多時間去研究，例如我要收集種子，一個個地擺放，並要分開不同果莢去擺放，再去秤它們的淨重等等。我還要了解它們不同階段的狀況，葉子的重量、長度等，看了成千上百的果莢和葉，是一個很長的過程。」

有關研究進行多年，為何到現在才有這樣的發現呢？蔡美蓮解釋：「以往在擬南芥中做實驗，它是很小的植物，我們看不到它的種子產量的提升，所以廖攀是很敏銳的科學家，我必須這樣說，這其實是出乎意料的。」

也因為如此，她認為政府應該要資助更多基礎研究，「在這裡可以有更多意想不到、對人類有益的發現。如果我一開始只是想做研究去增加種子產量，我可能這輩子也做不到，但在基礎研究裡，這就出現了。」

■香港文匯報記者 歐陽文情

港大代謝工程移植技術 助人類食得健康量又足

轉植物基因 農產量暴增



■蔡美蓮(右)和廖攀(左)成功通過代謝工程，提升轉基因植物中的有益成分，並且令其種子產量大大提升。莫雪芝攝

世界人口不斷膨脹，對食物的需求急劇上升，不少科學家都預計，饑荒可能是人類未來的一大挑戰。香港大學生物科學學院黃乾利辛炯儀基金教授(植物生物技術學)蔡美蓮的研究團隊，就與法國科學家合作，成功通過代謝工程(metabolic engineering)，提升轉基因植物中可降低膽固醇的有益成分，並且令其種子產量大大提升67%，其生長高度亦大幅增加一半至一倍。有關技術若能成功應用於其他食用植物之上，將有助人類解決糧食短缺的問題，也能令人類更健康。

■香港文匯報記者 歐陽文情

提升種子產量對植物而言可能作用不大，但對人類而言卻意義重大，因為種子其實就是食物，我們的主要糧食如水稻、小麥和粟米，就佔了人類食物約60%。因此，如何提升種子產量、識別相關的基因，是農業科研中重要的課題之一。

蔡美蓮及其博士後研究人員廖攀為主力的研究團隊就發現，透過代謝工程去調控植物中類異戊二烯化合物(isoprenoid)的合成途徑，就可大大提升可降低膽固醇的植物甾醇(phytosterol)含量，並可促進植物生長、增加包圍種子的果莢大小及種子產量。

酶活力升10倍

研究團隊在研究調控類異戊二烯化合物合成途徑的過程中，發現原來過量表達HGMS基因，就可達到上述效果。於是，他們在芸苔屬芥菜(Brassica juncea)克隆出有關基因，再做了一系列的酶活力(enzyme activity)研究，發現當HGMS蛋白在它第359的位置上，由S(絲氨酸)變成了A(丙氨酸)的時候，其酶活力就提高了10倍，而酶活力的高低，就決定了催化化學反應的速度。

長高多97%

廖攀表示，研究團隊認為這是非常有趣的現象，並進一步

將研究擴展至親緣關係更遠的植物之上，最終選擇了最常用為科學家所選用的茄科(Solanaceae)模式植物(model plant)——煙草去進行研究。

種子量多67%

結果顯示，當他們把HGMS的基因轉到煙草裡面時，轉基因煙草的植物甾醇的含量就提高了19%至25.7%。而且，轉基因煙草的生長也明顯比一般煙草要快速和茂盛。廖攀指，轉基因煙草生長至210天時，「其高度達76厘米，較一般對照組只有51厘米多出近半」，如以生長前段至98天時的高度計，差異更達97%；轉基因煙草的種子產量也比原有的大大提升了67%。

廖攀指，雖然他們所研究的基因，屬於植物代謝工程中較上游的位置，但他們的實驗結果顯示，HGMS蛋白一個位點的改變，會提高下游基因的表達。是次研究亦證明了，類異戊二烯化合物能夠以代謝工程方式，特別是運用HGMS(S359A)的改變，去提高煙草的植物甾醇含量、植物生長和種子產量。

有關技術若能成功應用於其他食用植物之上，將可同樣提高其他植物的種子產量和健康價值，有助解決糧食短缺的問題，也能令人類更健康。

資源縱然貧乏 從沒想過離開

有人做植物研究，是因為既想了解生命的奧秘，又不想以小動物的生命進行實驗，但蔡美蓮研究植物的原因則簡單直接得多，「植物研究很重要，因為我們的食物和藥物都來自植物。」不過，不論做什麼領域的研究，蔡美蓮都希望特區政府可以加強對研究的支持，「內地、新加坡都在投入大量資源，除非香港想落後，否則我們現在便要急起直追。」

糧食和疾病問題，都是人類現今面對的挑戰，蔡美蓮亦從植物研究出發，希望可以從調控植物生長的路徑(pathway)，進而生產更多、更好的食物，「例如我們研究可降低膽固醇的食物，如果成功，未來的植物就會更多種子，也令人更健康。」

星投入大量資源 港要急起直追

香港缺乏農業產業，院校中進行有關研究的科學家寥寥可數，是否植物研究不受重視呢？蔡美蓮則坦言：「不是植物研究特別缺乏資源，而是研究一般而言都很缺乏資源。政府應該投入更多，否則我們會落後。內地、新加坡都在投入大量資源，除非香港想落後，否則我們現在已要急起直追。不論科學

家有多好，如果沒有經費，都是徒然，所以我很感謝黃乾利辛炯儀基金去資助我們做這項研究。」

雖然香港研究資源現時相對貧乏，但蔡美蓮坦言，自己從沒想過離開，「我在港大很快樂，設立一個研究室需要很多時間，我花了很多時間心力在港大，已經有逾20年了。學者很難離開一個地方，因為我們有博士生，如果你要走，你走之前4年就不收博士生，這樣對他們才公平。」

是次研究取得成功，證明可於煙草上提高種子產量，也令它更有健康價值，但蔡美蓮表示，暫未能將研究項目延續，於其他植物上作實驗，一來是未能找到合適的博士生人選去跟進，二來亦是經費問題，「我的經費要用於我現有的博士生的項目上，我還有其他其他的項目。」 ■記者 歐陽文情



■很多食物都屬於種子類，如飯、粟米等，因此提高植物的種子產量有助解決糧食問題。資料圖片

粟米「馴化」示意圖

粟米祖先

現代粟米



種子和外殼

本報製圖

「改造」有先例 古粟米有殼果粒少

說起改造食物，有些人可能會想起生長得近乎畸形的農作物，並因此產生抗拒心態，但蔡美蓮及廖攀指出，其實農業發展數千年以來，食物一直在人為的情況下「改頭換面」。今日我們剝開葉片後看到果粒飽滿的粟米，原來是經過「馴化」(artificial selection)的作物，一萬年前的「粟米」，其體形小得多之餘，更有着堅硬的果殼。

不少人可能覺得改造食物很可怕，但原來很多食物在人為的選育下，已變得「面目全非」。廖攀就以粟米為例解釋，現時大家都

認為粟米是一條莖，外面佈滿果粒，但其實最初的粟米，一條可能只有幾顆種子而已。廖攀解釋：「這是經過人為選育的，人們以往就挑米粒比較飽滿的再作育種，其他的就不理，經過很多年後，粟米就變成這個模樣。」

美加澳沒有標籤成功快

雖然選育與基因改造並不一樣，但他們認為，其實基因改造食物亦無不妥，至於是否為大家所接受呢？蔡美蓮表示：「如果你在加拿大、美國工作，轉基因食

物會較快成功，因為加拿大沒有標籤有關食物，美國更是推廣基因食物，澳洲亦是。不過，當然在這些地方，所有新的農作物都要經過非常嚴格的檢測，包括食物安全、對環境的影響等等，步驟繁複嚴謹，但最終的效益更大。」

香港何時會有轉基因作物的出現？蔡美蓮亦坦言不知道，「我只做基礎研究，所以在這一點上，(港大的)技術轉移處很重要，它幫助我們申請專利，將研究化於應用。」

■香港文匯報記者 歐陽文情

煙草做「白老鼠」歷史悠久

萬能禁品

做植物研究，少不了要有生長周期較短、能更快地得知研究結果的模式植物(model plant)。原來，煙草作為研究用的模式植物已有數十年的歷史，而世上第一種轉基因植物也是煙草。又如科學家、醫學家攻克伊波拉病毒，也是用煙草去製作疫苗。

蔡美蓮解釋，因為要把新的基因放進煙草很容易，而且它也很容易再生(regenerate)，「要做轉基因植物是很長的過程，你要先把葉剪下，放進新的基

因，等它再生，如果你用在稻米上，而它的生長周期長很多，那就用上更多的時間，所以我們會先在煙草上試它有沒有效，如果煙草上有效，就會再用於其他品種上。」她表示，當中的時間差可以長達數個月甚至數年之久，「因為我們總要反覆測試，要種好幾代的植物。」

不過，由於煙草是禁制品，科學家要經過申請才能以煙草進行研究。蔡美蓮用來做相關研究的實驗室，平日亦會被鎖上，成為「禁地」之一。

■香港文匯報記者 歐陽文情