

# 植物液泡磷酸運轉蛋白解謎



國立清華大學  
NATIONAL TSING HUA UNIVERSITY

2016 首頁故事

## 植物液泡磷酸運轉蛋白解謎

無機磷酸鹽 ( 簡稱磷酸 ) 是植物生長所需的營養，也是肥料的主要成分之一。科學家知道，植物體內有七成以上的磷酸儲存在細胞液泡中，但長達半個世紀以來，卻不知道磷酸如何進入液泡內。本校生物資訊與結構生物研究所劉姿吟助理教授與其研究團隊，以磁共振造影儀 (MRI) 解開了謎團，有助於未來應用在改良農作物，促進農地磷肥用量降低，減少土地污染。這項重要的研究成果日前登上國際知名期刊《自然-通訊》(Nature Communications)。

由中研院農業生物科技研究中心邱子珍研究員主導，並與劉姿吟老師、本校生醫工程與環境科學系王福年副教授和博士班學生黃聖閔、政治大學應用物理所蔡尚岳副教授所組成的跨領域團隊，首次利用林口長庚醫院分子轉譯影像中心的磁共振造影儀 (7T-MRI) 所產生的核磁共振頻譜，得以「看見」阿拉伯芥幼苗中細胞質和液泡的磷酸含量，並進一步證實 SPX-MFS 基因家族為科學家尋覓已久，位於液泡膜上的「第五型植物磷酸轉運蛋白」。

劉姿吟老師解釋，液泡裡儲存許多不同的養分，不同的養分會透過液泡膜上不同的膜蛋白，將養分從細胞質運進液泡裡儲存。長久以來科學家一直找不出將磷酸運進液泡的膜蛋白，這次首度以 MRI 觀測阿拉伯芥細胞中的磷酸含量，終於找到磷酸進入液泡的「門」，也就是「第五型植物磷酸轉運蛋白」。阿拉伯芥是一種廣泛分布於歐、亞、西北非洲的十字花科植物。由於它在一般生物實驗室提供的狹小空間就能生長、生命週期短，並具有易於進行突變、基因轉殖與遺傳分析等特點，加上又是最早完成基因體解碼的植物，因此經常成為植物研究的模式生物。

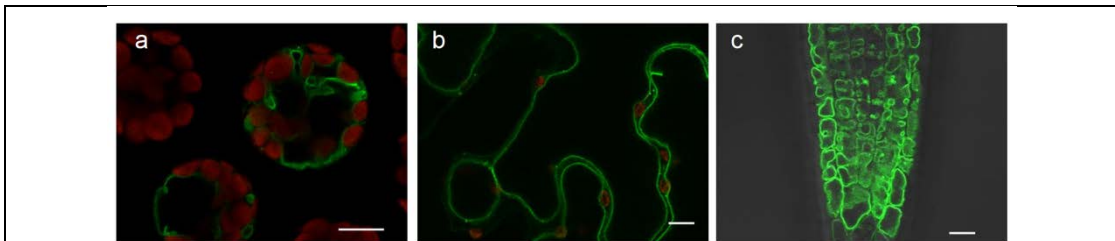
劉姿吟老師指出，缺乏「第五型植物磷酸轉運蛋白」的阿拉伯芥突變植株，會有較多磷酸累積在細胞質。相反的，含有大量「第五型植物磷酸轉運蛋白」的阿拉伯芥基因轉殖株，液泡內磷酸含量會增加，同時細胞質中的磷酸含量下降，進而改變細胞質磷酸濃度恆定性。換句話說，擁有大量「第五型植物磷酸轉運蛋白」的阿拉伯芥，使得磷酸都貯存進液泡中，即使外界環境供給足量磷酸，但仍舊透過磷酸轉運蛋白存到液泡裡而無法有效利用，植物本身仍感應細胞質內缺乏磷酸，於是誘發缺磷反應相關的基因群，導致植物生長狀況不佳。這一連串的機制證實磷酸是透過「第五型植物磷酸轉運蛋白」進入液泡。

MRI 在醫界是很常用的儀器，但這次卻為植物學揭開了研究新領域。劉姿吟老師表示，過去曾有科學家使用 MRI 的前身——也就是核磁共振 (nuclear magnetic resonance, NMR) 在植物研究上，但是利用 NMR 於活體植物常受到空間上的侷限。這次以 MRI 測量液泡內的磷酸，是首度嘗試，而能與生醫工程與環境科學

系王福年老師合作，是由生命科學系潘榮隆教授牽線。

王福年老師表示，其實驗室主要發展量測大腦血流與神經活動連結的影像技術，過去曾讓學生以蔬菜、水果作為掃瞄練習對象，沒想到這次將分子影像技術應用在植物學上，順利獲得重要突破。

談到此研究對於未來世界的可能貢獻，劉姿吟老師表示，藉由基礎科學研究探討液泡磷酸轉運蛋白，如何因應外界低磷環境或內部代謝變化來調控磷酸進出液泡，將促使人類了解並改良農作物，讓植物更有效運用體內的磷酸作為生長之需。這項研究成果也同時揭開研究液泡磷酸轉運蛋白的新領域，希望未來能應用在降低農地磷肥用量，以減少土壤污染，達到農業永續經營的目標。



液泡磷酸轉運蛋白以綠螢光融合蛋白形式表現在(a)阿拉伯芥葉肉細胞（無細胞壁）(b)菸草的表皮細胞以及(c)阿拉伯芥基因轉殖植物（即含有大量液泡磷酸轉運蛋白）的根部。



生物資訊與結構生物研究所劉姿吟助理教授