

新聞稿

即時發放

港大利用新型能量傳感蛋白 重新審視植物光合細胞能量流動

2020年6月29日

香港大學生物科學學院副教授林文量博士及其研究團隊，繼兩年前揭示葉綠體如何優化其能源效益外，最近又解答了有關光合作用的另一難題。團隊開發可實時監測植物細胞能量變化的新方法，揭開植物線粒體在光合作用時，是從那個途徑取得 NADH（Reduced Nicotinamide adenine dinucleotide，還原型輔酶 I）製造 ATP（Adenosine triphosphate，三磷酸腺苷）的謎團。

研究結果剛於權威學術期刊《自然通訊》（*Nature Communications*）發表。

ATP 是促進植物生長、提供細胞各種活動所需的能源分子，在光合作用的過程中 - 葉綠體以光作為能源將二氧化碳和水合成有機化合物 - 擔當重要角色。自 1969 年以來，人們普遍認為成熟的葉綠體可以從細胞質（cytosol）中導入 ATP。但林博士的團隊在 2018 年，透過引入一個新穎的 ATP 傳感蛋白到 C3 植物擬南芥中，證明了事實並非如此（註一），研究結果讓生物學者對葉綠體在日間和晚間的能量流動，以及成熟葉綠體如何優化其能源效率有進一步的了解。

然而，另一光合能量的未解議題是，在細胞內將還原能量 NADH 轉化為 ATP 為細胞活動提供能量的線粒體，在光合作用時究竟如何取得 NADH 製造 ATP？

學術界對光合作用過程中線粒體的 NADH 來源的可能性有兩個說法。有些學者認為，在光合作用過程中，由葉綠體生產多餘的 NADPH（Reduced Nicotinamide adenine dinucleotide phosphate，還原型輔酶 II）還原力，會以蘋果酸的形式從葉綠體輸出到細胞質之中，再透過線粒體膜蘋果酸-草酰乙酸酯(OAA)轉運體輸入線粒體，經合成轉化 NADH 予線粒體製造 ATP。

亦有其他學者認為，在 C3 擬南芥的光合作用過程中，光呼吸（光合作用一個損耗能量的副反應，過程中氧氣被消耗）能在線粒體生產大量 NADH 作生產 ATP 之用，而多餘的 NADH 所帶有的還原力，以蘋果酸的形式通過蘋果酸-草酰乙酸酯轉運體，從線粒體輸出到細胞質之中。

兩種說法，當中提出的線粒體膜蘋果酸-草酰乙酸酯轉運體的運轉方向又是相反的，因此這個問題在科學界一直沒有共識。

為了研究這問題，林文量研究團隊將兩種新穎的傳感蛋白導入擬南芥，用於實時測量光照後植物細胞不同亞細胞空間的 NADPH 水平以及 NADH/NAD⁺比率（這比率反映了各亞細胞空間的還原/氧化狀態）的動態變化。以往檢測的方法，必須把植物冷凍，再把 NADPH 等能量分子分離，再用化學方法檢測。這方法有幾個弱點：既不能在活細胞進行檢測及實時檢測，亦不能檢測植物內不同細胞以及不同亞細胞空間各自的能量分子水平。

「我們的新方法把以上問題都解決了，令人十分鼓舞！通過新方法，我們發現光合作用期間，光呼吸會向線粒體提供大量的 NADH，超過了線粒體消散 NADH 作生產 ATP 能力。因此，多餘的 NADH 必須通過線粒體的蘋果酸-草酰乙酸酯轉運體從線粒體輸出蘋果酸到細胞質中，繼而會在細胞

中累積（見圖），印證了上述第二個說法。」論文第一作者、博士生林雪莉道。「解答了這問題讓我們更能了解葉綠體和線粒體在光合作用過程中的能量輸送，有助將來提高植物光合作用的效率。」

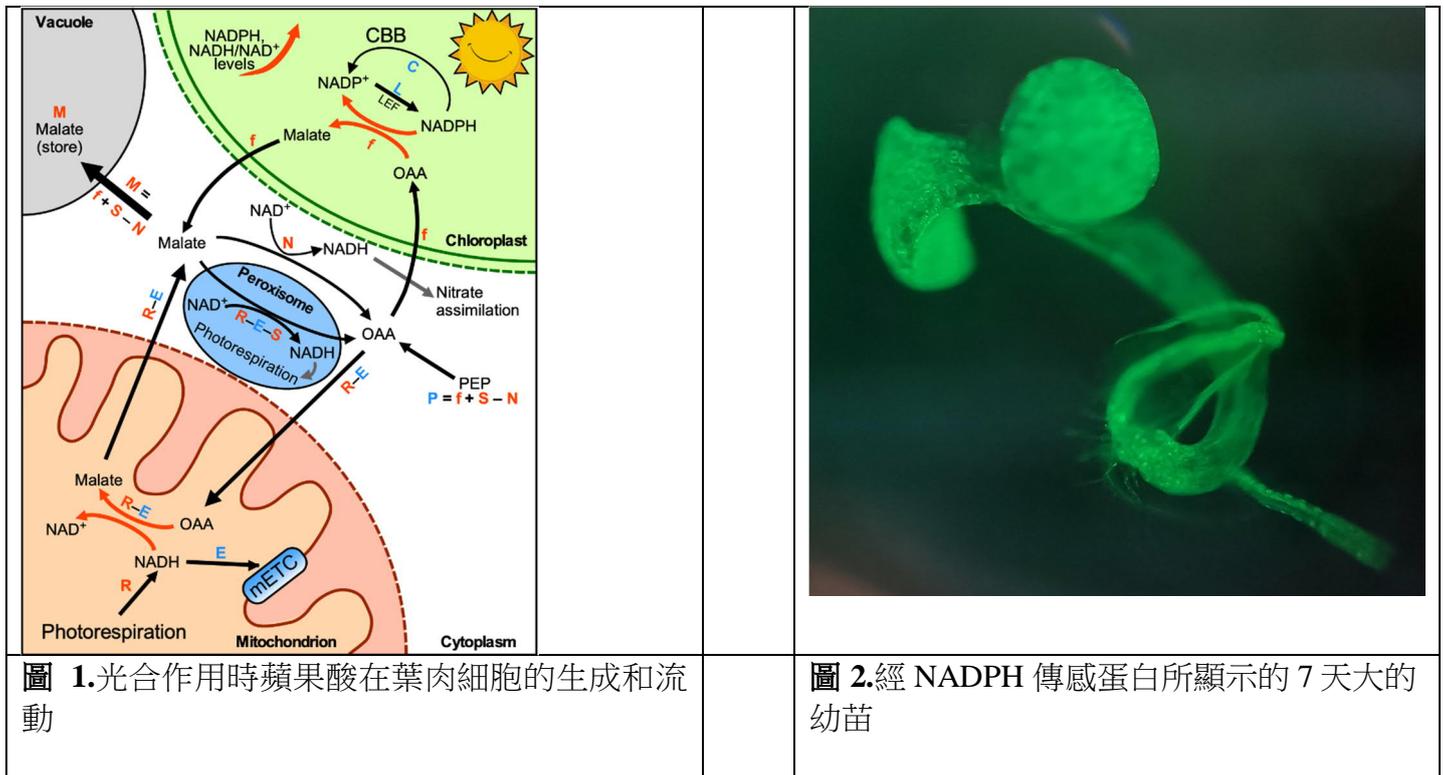
林文量補充說：「我們是第一個在植物中引入這三種（ATP、NADPH、NADH/NAD⁺）新型能量傳感蛋白的研究小組。我希望它們在植物生物能學的研究中得到廣泛應用。現在，我們正在利用它們與合作夥伴一起研究保衛細胞、花粉管生長和植物類 C₄ 葉肉細胞的生物能學。我很高興能改進和澄清一些在我的研究領域中的普遍觀點，希望我們的發現可以幫助人類提高農業產量。」

註一. 詳見學院 2018 年新聞稿

https://www.hku.hk/press/press-releases/detail/c_18582.html

是次研究論文刊載於《自然通訊》，文章連結：<https://www.nature.com/articles/s41467-020-17056-0>

傳媒查詢請聯絡港大理學院助理傳訊總監陳詩迪（電話: 3917 5286; 電郵: cindycst@hku.hk）或生物科學學院副教授林文量博士（電郵: bllim@hku.hk）。



相片下載:

<https://www.scifac.hku.hk/press>

- 完 -